// COMPTES RENDUS
COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROGRAPHIE. — *Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques;* par M. Hatt.

« La lecture d'un Mémoire de M. Thiébaut concernant la loi des variations des coefficients de la marée, Mémoire présenté à l'Académie, m'a conduit à chercher une solution de cette question par une voie un peu différente, en procédant synthétiquement au moyen d'un développement en termes périodiques des coefficients lunaires et solaires dont la combinaison forme le coefficient proprement dit de la marée semi-diurne.

» Je rappelle que le coefficient lunaire ou solaire a pour expression

$$i^3 \cos^2 v,$$

i désignant le rapport de la parallaxe à sa valeur moyenne et v la déclinaison de l'astre. Si l'on convient d'accentuer les lettres pour le Soleil et si l'on appelle φ l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du Soleil, A et A' les quantités $0,743 i^3 \cos^2 v$ et $0,257 i'^3 \cos^2 v'$, on aura pour l'expression du coefficient de la marée semi-diurne

$$(A^2 + A'^2 + 2AA' \cos 2\varphi)^{\frac{1}{2}},$$

» C'est à cette formule que répondent les chiffres publiés par l'*Annuaire des Marées des Côtes de France* et par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et dont le produit par l'unité de hauteur d'un port permet d'évaluer approximativement la hauteur de la pleine mer au-dessus du niveau moyen, dans ce port. Aux époques des syzygies 2φ est zéro et l'expression du coefficient des marées de vive eau devient $A + A'$ ou

$$0,743\, i^3 \cos^2 v + 0,257\, i'^3 \cos^2 v'.$$

Les nombres 0,743 et 0,257 sont dans le rapport 2,894 à 1, rapport des actions de la Lune et du Soleil.

» L'expression $i^3 \cos^2 v$ peut être développée en fonctions périodiques des variables considérées dans l'Analyse harmonique et qui sont, suivant les notations de M. Darwin, s et p, longitudes moyennes de la Lune et du périgée lunaire, h et p_1, longitudes moyennes du Soleil et du périgée solaire. Il convient en outre d'introduire la variable N, longitude moyenne du nœud de l'orbite lunaire, qui n'entre pas directement dans les expressions de l'Analyse harmonique pour lesquelles on admet toujours une valeur moyenne annuelle de cet élément. Mais on rencontre dans ces expressions, comme dépendant de N, la variable désignée par ξ et qui n'est autre que la longitude de l'intersection de l'orbite de la Lune avec l'équateur, longitude comptée sur cette orbite.

» Si l'on appelle ω l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur et α celle de l'orbite lunaire sur l'écliptique, on aura

$$\cot(N - \xi) \sin N = \cos N \cos\alpha + \sin\alpha \cot\omega.$$

» En introduisant dans cette formule les valeurs numériques de ω et α, on obtient, pour des valeurs successives de N, celles correspondantes de $\sin 2\xi$ et $\cos 2\xi$; il est possible ainsi de déterminer empiriquement les coefficients d'un développement de ces fonctions en termes périodiques dépen-

dant des multiples de N. Les formules obtenues sont

$$\sin 2\xi = 0{,}4054 \sin N - 0{,}0449 \sin 2N + 0{,}0093 \sin 3N - 0{,}0020 \sin 4N + \ldots,$$

$$\cos 2\xi = 0{,}9570 + 0{,}0098 \cos N + 0{,}0409 \cos 2N - 0{,}0093 \cos 3N + 0{,}0020 \cos 4N + \ldots.$$

» Cela posé, le calcul de $\cos^2 v$, le seul qui présente quelque complexité, résultera des formules suivantes :

» l désignant la longitude de la Lune dans l'orbite, comptée à partir de son intersection avec l'équateur, et I l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur, on a

$$\cos^2 v = \cos^2 l + \sin^2 l \cos^2 I,$$
$$\cos I = \cos\alpha \cos\omega - \sin\alpha \sin\omega \cos N.$$

» Introduisant les valeurs numériques de α et ω, on obtiendra

$$\cos^2 v = 0{,}9177 + 0{,}0823 \cos 2l - 0{,}0326 \cos N + 0{,}0163 [\cos(2l - N) + \cos(2l + N)] + 0{,}0003 \cos 2N - 0{,}0002 [\cos(2l - 2N) + \cos(2l + 2N)].$$

» D'après les relations et formules adoptées dans l'Analyse harmonique, on a

$$2l = 2(s - \xi) + 4e \sin(s - p) + \tfrac{5}{2} e^2 \sin 2(s - p) + \tfrac{15}{2} me \sin(s - 2h + p) + \tfrac{11}{4} m^2 \sin(2s - 2h),$$

et, d'autre part,

$$i^3 = \frac{1}{(1-e)^3}\left[1 - \tfrac{3}{2} e^2 + 3e \cos(s - p) + \frac{9}{2} e^2 \cos(2s - 2p) + \frac{45}{8} me \cos(s - 2h + p) + 3m^2 \cos(2s - 2h)\right].$$

» Les variables s, p et ξ ont été définies plus haut, e désigne l'excentricité de l'orbite lunaire; dans les deux derniers termes de chaque développement, qui se rapportent aux inégalités de l'évection et de la variation, m est le rapport du moyen mouvement du Soleil à celui de la Lune, h la longitude moyenne du Soleil.

» Remplaçant $2l$ par sa valeur dans $\cos^2 v$, après avoir exprimé ξ en fonction de N, faisant le produit $i^3 \cos^2 v$ et traduisant numériquement tous

les coefficients, il viendra

$$i^3\cos^2 v = 0,922 + 0,153\cos(s-p) + 0,078\cos 2s - 0,033\cos N$$
$$+ 0,033\cos(2s - N) + 0,016\cos(3s-p) + 0,013\cos(2s-2p)$$
$$+ 0,028\cos(s-2h+p) + 0,023\cos(2s-2h) + 0,006\cos(3s-p-N)$$
$$- 0,003\cos(s-p+N) - 0,003\cos(s-p-N) + 0,002\cos(3s-2h+p)$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Le développement du coefficient solaire exigera un nombre de termes beaucoup plus restreint car on n'a d'autre inégalité à considérer que l'équation du centre et l'excentricité de l'orbite est très faible :

$$i'^3\cos^2 v' = 0,921 + 0,079\cos 2h + 0,046\cos(h-p_1)$$
$$+ 0,005\cos(3h-p_1) + \ldots.$$

» Les mouvements diurnes des variables considérées sont :

Pour s	$13°,1763960$
Pour h	$0,9856464$
Pour p	$0,1114032$
Pour N	$-0,0529540$

» Le périgée solaire est sensiblement immobile, car la variation de p_1 est $1°,71$ par siècle.

» En bornant les recherches au cas des syzygies, on peut simplifier notablement le premier développement, surtout si l'on envisage uniquement les grandes lignes de la loi de variation du coefficient. Il suffit de remarquer qu'aux environs des syzygies on a sensiblement $2s = 2h$; le terme $0,023\cos(2s-2h)$, qui provient de la variation, devient constant et sa valeur vient s'ajouter à la constante $0,922$. D'autre part, le terme $0,028\cos(s-2h+p)$, répondant à l'évection, nous donne

$$0,028\cos(s-p)$$

qui s'ajoute à $0,153\cos(s-p)$.

» Pour opérer *grosso modo*, réduisons le développement lunaire à ses trois premiers termes ainsi modifiés et le développement solaire aux deux premiers termes, il viendra, pour le coefficient de syzygie, en faisant $2s = 2h$,

$$0,743\, i^3\cos^2 v + 0,257\, i'^3\cos^2 v' = 0,939 \pm 0,135\cos(h-p) + 0,078\cos 2h.$$

Le signe + se rapportera aux nouvelles Lunes et le signe — aux pleines Lunes.

» Cette formule, où ne figurent plus que les deux variables h et p, suppose évidemment que la Lune se meut dans le plan de l'écliptique et que l'excentricité de l'orbite solaire est négligeable. La valeur maximum du coefficient, obtenue en faisant $h = 0$ et $p = 0$, serait 1,152, résultat qui ne diffère pas beaucoup du maximum 1,18 que l'on obtient avec la formule complète.

» La discussion est très aisée en partant de la formule simplifiée ; il faut remarquer toutefois que les arguments $h - p$ et $2h$ ne devront varier que d'une manière discontinue. La progression entre deux demi-lunaisons consécutives est de 12°,91 pour $h - p$ et 29°,11 pour $2h$. On retrouve ainsi les principaux résultats obtenus par M. Thiébaut, sur lesquels il n'y a pas lieu de revenir ici.

» Mais il convient de signaler, à cette occasion, les valeurs du coefficient qui répondent aux syzygies d'équinoxe. En faisant $h = 0$ ou $h = 180$, on obtient pour le coefficient l'expression $1{,}017 \pm 0{,}135 \cos p$; le signe + répondant, pour l'équinoxe du printemps, à une conjonction des astres, et pour l'équinoxe d'automne à une opposition. La constante 1,017 est évidemment la valeur moyenne du coefficient en syzygie d'équinoxe.

» Cette valeur étant supérieure à 1, on obtiendra un chiffre plus grand que l'unité de hauteur d'un port en faisant la moyenne de toutes les hauteurs de syzygies d'équinoxe observées dans ce port pendant une très longue période, celle de la révolution des nœuds de la Lune, par exemple. C'est ainsi que l'on a opéré pour Brest au commencement du siècle.

» La définition actuelle du coefficient est, à cet égard, un peu différente de celle qu'avait adoptée Laplace. D'après la formule énoncée ci-dessus pour les syzygies, $0{,}743\, i^3 \cos^2 v + 0{,}257\, i'^3 \cos^2 v'$, le coefficient est l'unité quand, à une déclinaison nulle des deux astres, correspondent des valeurs de i et i' égales à l'unité, c'est-à-dire quand les astres sont à leurs moyennes distances absolues.

» Suivant la conception de Laplace, il s'agit de la distance moyenne de la Lune en syzygie, distance systématiquement diminuée par l'inégalité de la variation, en sorte que, dans le cas des syzygies d'équinoxe, le coefficient serait l'unité.

» Nous pouvons remarquer encore que le coefficient moyen, obtenu en considérant toutes les syzygies indifféremment, est 0,94.

» En opérant pour les quadratures des réductions analogues entre le

terme constant lunaire et celui de la variation, d'une part, et entre le terme parallactique lunaire et celui de l'évection, on obtiendra la formule suivante, exprimant approximativement les coefficients des marées de morte eau :

$$0,431 \mp 0,093 \sin(h - p) - 0,078 \cos 2h.$$

» Le signe − se rapporte au premier quartier, le signe + au dernier quartier. Le coefficient moyen des marées de morte eau est donc 0,43.

» Les chiffres moyens adoptés jusqu'à présent, d'après le dépouillement empirique des Tableaux publiés par l'*Annuaire des marées*, étaient, pour les syzygies, 0,93, et pour les quadratures, 0,45.

» La dernière formule donnerait, pour le coefficient minimum, 0,26. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 24 janvier 1898), je me suis occupé de la réduction des intégrales doubles de la forme

$$(1) \qquad \iint \frac{M(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z} \qquad [f(x, y, z) = 0],$$

M étant un polynome en x, y et z. J'ai montré, en particulier, que le degré du polynome M pouvait être ramené au degré $2m - 4$ (en désignant par m le degré de la surface f), et c'est de là que je pars pour évaluer le nombre des intégrales doubles de *seconde espèce*. En fait la réduction, au point de vue du degré du polynome M, est en général susceptible d'être poussée plus loin ; cela tient à ce que l'inégalité fondamentale dans cette réduction (voir page 299 de ce Tome) peut être remplacée par une inégalité qui limite davantage l'entier p. Au lieu de l'inégalité écrite (*loc. cit.*), on devra envisager celle-ci

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{3} - \frac{(p-m+2)(p-m+3)(p-m+4)}{6}$$
$$> (p+m-1)m(m-1) - \frac{m(m-1)(2m-5)}{2}.$$

» Si p_0 désigne le plus grand nombre entier positif pour lequel cette inégalité n'est pas vérifiée, le degré de M peut être réduit à p_0. La valeur précédemment indiquée $2m - 4$ est supérieure à p_0, mais la valeur de p_0

est une fonction de m qui n'est pas susceptible d'une expression simple; aussi, au point de vue des réductions ultérieures, il est préférable de partir du degré $2m - 4$. La recherche du degré minimum peut toutefois, dans certains cas, présenter quelque intérêt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone.* Note de M. E. GRIMAUX.

« La tétraméthyl-diamido-benzophénone

$$CO\begin{cases} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{cases}$$

fournit, comme on le sait, un grand nombre de matières colorantes (violet cristallisé, bleu Victoria, auramine, etc.). J'ai voulu savoir quelle serait l'influence, sur la nature des couleurs, de l'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans la molécule de la tétraméthyl-diamido-benzophénone, et, à cet effet, j'en ai préparé le dérivé dinitré et le dérivé dibromé.

» *Dérivé dinitré :* $CO\begin{cases} C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \\ C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \end{cases}$. — On dissout la cétone dans 20 parties d'acide sulfurique ordinaire, on ajoute 2 molécules d'azotate de potassium, on mélange intimement et on laisse en contact vingt-quatre heures; on verse alors dans l'eau et l'on sature la solution par le carbonate de sodium. Le précipité dont le poids correspond au rendement théorique est une poudre orangée que l'on purifie en la dissolvant à l'ébullition dans 20 parties d'acétone, et ajoutant à la solution son égal volume d'eau tiède. Il se sépare peu à peu de petits cristaux orangés qu'on peut obtenir assez volumineux en les redissolvant dans l'acétone et abandonnant la solution à l'évaporation lente; ils sont orangés, présentent beaucoup d'éclat et ressemblent au bichromate d'ammoniaque. Ils fondent à 165°-166°.

» La nitration ayant été faite en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, il est probable que les groupes AzO^2 se sont placés en méta, et que le dérivé dinitré doit être représenté par la formule

Az(CH³)²   Az(CH³)²
AzO² [noyau benzénique]   [noyau benzénique] AzO².
CO

» Réduit au bain-marie par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorure stanneux, il fournit une base incristallisable qui, par dessiccation, se convertit en une résine dure, facile à pulvériser, fusible entre 66° et 69°, et donnant un picrate cristallisé.

» *Dérivé bromé*. — On prépare le dérivé bromé de la cétone en la dissolvant dans 10 parties de chloroforme et y ajoutant peu à peu 2 molécules de brome. On chasse le chloroforme au bain-marie et l'on reprend le résidu par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. Les solutions acides sont précipitées par l'ammoniaque; le précipité blanc, après dessiccation, est cristallisé dans 25 parties d'alcool bouillant.

» La cétone dibromée

$$C^{17}H^{15}Br^2Az^2O = CO\begin{cases} C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \\ C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \end{cases}$$

cristallise en prismes durs, brillants, fusibles à 130°-131°.

» La cétone dinitrée et la cétone dibromée ont été condensées avec la diméthylaniline et la phényl-α-naphtylamine par le procédé aux chlorures de phosphore et ont donné de nouvelles matières colorantes; mais celles-ci sont plus ternes que les couleurs correspondantes non nitrées et non bromées; elles paraissent cependant avoir plus de résistance au savon.

» L'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans les colorants dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone ne paraît donc pas avantageuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille;* par M. A. **Chauveau**.

« Toutes mes Communications précédentes, sur la valeur nutritive des substances alimentaires, particulièrement le sucre et la graisse, concernent la condition du sujet qui travaille [1]. J'ai dit, dans l'avant-dernière de ces Communications, que les conclusions relatives à cette condition du sujet qui travaille ont grand'chance d'être également applicables à la condition du sujet tenu au repos. Chez celui-ci, en effet, l'activité du système musculaire est encore très grande. Donc la dépense énergétique, c'est-à-dire la consommation de glycogène qu'entraîne cette activité, dépense incompa-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070, et t. CXXVI, p. 795 et 1072.

rablement supérieure à celle de tous les autres travaux physiologiques, dans le cas d'exercice, continue à présenter cette supériorité dans le cas de repos. Il en résulte nécessairement que *la théorie de l'identification de la valeur nutritive des aliments, avec leur valeur énergétique ou thermogène, serait aussi bien en défaut dans ce dernier cas que dans le premier.* Il y a lieu d'en donner maintenant les preuves. Elles abondent dans mes expériences. Il suffira d'en citer deux :

» Dans la première, on cherche à réaliser un accroissement de poids du sujet, avec des régimes alimentaires différents, et à voir si l'accroissement, témoin de la valeur nutritive de la ration, est fonction de la valeur énergétique de cette ration.

» Dans la deuxième, deux rations différentes, considérées comme isotrophiques, d'après les résultats des expériences sur le sujet qui travaille, sont données à un sujet qui ne travaille pas, et l'on constate comment, dans cette dernière condition, il s'entretient avec les deux rations.

» Première Expérience. — Le sujet est la chienne dont il est question dans mes précédentes Notes. Après une période de préparation, pendant laquelle l'animal est habitué aux divers régimes qu'il devra suivre, on ouvre une période d'expérimentation régulière qui dure soixante-dix jours, du 14 décembre 1896 au 22 février 1897.

» Cinq séries d'expériences sont faites pendant cette période, pour comparer l'influence que la substitution réciproque du sucre et de la graisse, en proportions variées, peut exercer sur le croît de l'animal quand la valeur nutritive de la ration dépasse plus ou moins les besoins de l'entretien.

» Dans toutes ces séries, la ration fondamentale (journalière) a été de 400^{gr} de viande, valant environ 383^{Cal}. Elle était additionnée d'une ration complémentaire de graisse ou de sucre ayant les valeurs suivantes :

Première série (du 14 au 22 décembre 1896)........	55^{gr} de graisse	valant	517^{Cal}
Deuxième série (du 26 décembre au 5 janvier 1897)..	121 de sucre	»	479,4
Troisième série (du 10 au 20 janvier)................	80 de graisse	»	752,2
Quatrième série (du 27 janvier au 7 février).........	51 de graisse	»	479,4
Cinquième série (du 12 au 22 février)...............	121 de sucre	»	479,4

» Entre chaque série, le sujet était mis en inanition, pour être ramené au poids de 17^{kg} environ. De cette manière, le croît avait toujours à peu près le même point de départ et se prêtait ainsi à des comparaisons aussi exactes que possible. Les autres conditions nécessaires à l'exactitude des comparaisons n'ont pas manqué, du reste. Ainsi, pendant les soixante-dix jours qu'ont duré les expériences, la santé de l'animal parut constamment et également bonne. Les fèces, un peu plus abondantes pendant les séries-sucre, surtout pendant la dernière, le furent pourtant beaucoup moins que plus tard, au cours des expériences avec travail.

» Les Tableaux suivants résument les résultats obtenus et les conclusions qu'on en peut tirer. A se rapporte aux séries-graisse, B aux séries-sucre.

Tableau I. — *Résultats totalisés de la première expérience.*

	I. N° d'ordre et durée des séries.	II. Poids total de la viande donnée comme ration fondamentale.	III. Poids total du sucre ou de la graisse donnés comme rations complémentaires.	IV. Valeur énergétique (en calories) des rations fondamentales.	V. Valeur énergétique (en calories) des rations complémentaires.	VI. Valeur énergétique totale (en calories) des rations administrées.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive des rations.	VIII. Nombre de calories des rations totales répondant à 1 gramme d'accroissement.	IX. Nombre de calories des rations complémentaires répondant à 1 gramme d'accroissement.
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr	Cal	Cal
A.	N° 1 (9 jours).....	3600	495	3449	4653	8102	750	10,803	6,220
	N° 3 (11 jours).....	4400	880	4215	8272	12487	1350	9,249	6,127
	N° 4 (12 jours).....	4800	612	4598	5753	10351	620	16,695	9,279
	Ensemble (32 j.)...	12800	1987	12262	18678	30940	2720	11,375	**6,867**
B.	N° 2 (11 jours).....	4400	1331	4215	5273	9488	1315	7,215	4,009
	N° 5 (11 jours).....	4400	1331	4215	5273	9488	875	10,843	6,026
	Ensemble (22 j.)...	8800	2662	8430	10546	18976	2190	8,665	**4,815**

» La signification des faits résumés dans ce Tableau I est donnée par la comparaison des nombres appartenant respectivement à A (graisse) et B (sucre) dans les deux dernières colonnes VIII et IX [1]. J'appelle plus particulièrement l'attention sur les deux nombres imprimés en chiffres gras. Ils indiquent combien il a fallu de calories pour obtenir un croît de 1gr avec les rations complémentaires de graisse et de sucre. Or, on voit que ce croît de 1gr, avec la ration graisse, répond à la consomma-

[1] Est-il besoin de faire remarquer que ces nombres des colonnes VIII et IX n'ont que la valeur proportionnelle empruntée à la comparaison qu'on en peut faire entre eux. La plus grande partie de la ration totale est employée à l'entretien simple, *sans croît*. L'excédent seul, excédent indéterminé, passe dans le *croît*, consistant dans la fixation d'une certaine quantité d'albuminoïdes, de glycogène (?), et surtout de graisse. Lawes et Gilbert, dans leurs calculs, raisonnent comme si la graisse alimentaire se fixait en nature et attribuent aux hydrates de carbone la propriété de se transformer en graisse, dans la proportion de 2,45 d'hydrate de carbone pour 1 de graisse. Je n'ai aucune raison de penser que, sur mon sujet, les choses se soient passées autrement, pour la partie de la ration excédant les besoins de l'entretien simple. Mais je n'ai pas davantage de motifs d'affirmer qu'il en a été ainsi, quoique toutes les probabilités soient en faveur de cette affirmation. J'avais pensé trouver, dans mes nombreux documents, ceux qui m'auraient permis de me prononcer nettement. Mais je suis obligé de reconnaître qu'ils sont trop incomplets. C'est une étude nouvelle à faire. Elle ne se rattache heureusement que très indirectement à mon étude actuelle. Il n'y a aucun inconvénient à l'ajourner.

tion d'un potentiel valant $6^{Cal},867$, tandis que, avec la ration sucre, le même croît de 1^{gr} répond à la consommation d'un potentiel valant seulement $4^{Cal},815$. Différence en faveur du sucre : $2^{Cal},052$. Rapport exprimant la valeur de l'avantage appartenant au sucre : $\frac{6,867}{4,815} = 1,426$.

» Donc, *chez le sujet au repos, comme chez celui qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'est pas fonction de la valeur énergétique de ces deux substances. A valeur énergétique moindre, la ration-sucre exerce sur l'entretien une action plus favorable que la ration-graisse.*

» Dans le Tableau II, on a représenté le résultat journalier moyen de chaque série, calculé avec les nombres du premier Tableau.

Tableau II. — *Résultats moyens de la première expérience pour chaque période de vingt-quatre heures.*

	I. N° d'ordre des séries.	II. Poids de la viande formant la ration fondamentale.	III. Poids du sucre ou de la graisse formant la ration complémentaire.	IV. Valeur énergétique (en calories) de la ration fondamentale.	V. Valeur énergétique (en calories) de la ration complémentaire.	VI. Valeur énergétique totale de la ration.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive de la ration.	VIII. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration totale $\left(\frac{VII}{VI}\right)$.	IX. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration complémentaire $\left(\frac{VII}{V}\right)$.
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr		
A.	N° 1	400	55	383,5	517	900,5	83,33	0,092	0,161
	N° 3	400	80	383,5	752	1135,5	122,72	0,108	0,163
	N° 4	400	51	383,5	**479,4**	**862,9**	**51,66**	0,060	**0,108**
	Moy. d'ensemble	400	62	383,5	582,8	966,3	85,90	0,088	**0,145**
B.	N° 2	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	**119,54**	0,139	**0,249**
	N° 5	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	79,54	0,092	**0,166**
	Moy. d'ensemble	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	99,54	0,115	**0,207**

» Des deux nombres en chiffres gras de la colonne IX ressort encore dans ce Tableau II la supériorité de la valeur nutritive du sucre, eu égard à sa valeur énergétique. Pour la ration-graisse, le rapport entre ces deux valeurs s'exprime par la fraction 0,145; pour la ration-sucre, le rapport est 0,207; c'est-à-dire que la valeur nutritive de la graisse étant estimée 1, celle du sucre est $\frac{207}{145} = 1,427$.

» Le défaut de parallélisme entre la valeur nutritive et la valeur énergétique des rations complémentaires se reproduit donc comme tout à l'heure. Il se manifeste même avec des caractères plus saisissants dans le Tableau II, grâce aux moyennes quotidiennes qui y sont consignées. Que l'on compare celles des séries n° 4 (graisse), n°s 2 et 5 (sucre); dans les trois cas, la valeur énergétique des rations est exactement la

même. Mais le rapport de la valeur nutritive à cette valeur énergétique atteint 0,108 seulement pour la graisse et s'élève à 0,166, même 0,249, moyenne 0,207, pour le sucre. La supériorité de celui-ci sur celle-là atteint donc $\frac{207}{108} = 1,916$. Il y a eu peut-être à cette supériorité exubérante quelques causes accidentelles (quoiqu'on n'en puisse imaginer aucune). Mais l'ensemble des résultats n'en permettrait pas moins d'affirmer que *la supériorité de la valeur nutritive de la ration-sucre sur celle de la ration-graisse peut s'exagérer lorsque cette dernière valeur, au lieu de l'emporter sur la première au point de vue énergétique, en est tout simplement l'équivalent.*

» Deuxième expérience. — Il s'agit d'une expérience faite sur un chien quelque peu âgé. Après plusieurs jours d'entraînement, il a été soumis pendant soixante-six jours à l'alternance des rations complémentaires de sucre et de graisse dans les conditions suivantes :

» L'alternance avait lieu tous les trois jours.

» On donnait à l'animal, chaque matin, 500^{gr} de viande dégraissée, avec du sucre ou du saindoux en quantités réciproquement équivalentes au point de vue nutritif, ou plutôt jugées telles d'après les expériences antérieures sur la chienne soumise au travail (graisse 1, sucre 1,52). De plus, de l'eau était mise à la disposition de l'animal au moment de son repas. Mais il n'en prenait que rarement et toujours en très petite quantité, en sorte que la question boisson peut être entièrement laissée de côté.

» Dans une première période, d'une durée de trente jours (du 20 janvier au 19 février 1898), le sujet reçut, avec la viande, tantôt 76^{gr},5 de sucre, tantôt 50^{gr} de saindoux.

» Dans une deuxième période, d'une durée de douze jours (du 20 février au 3 mars), les rations complémentaires furent portées à 153^{gr} de sucre et 100^{gr} de saindoux.

» Enfin, dans une troisième période, d'une durée de vingt-quatre jours (du 4 au 27 mars), le sucre fut donné à la dose de 230^{gr} et le saindoux à celle de 150^{gr}.

» Le chien, laissé en repos complet, n'était déplacé que pour les pesées. Elles avaient lieu le matin après le repas, c'est-à-dire au début de la journée expérimentale, le soir vers 7^{h} et le lendemain matin avant le repas, à la fin de ladite journée expérimentale.

» On était renseigné sur les effets nutritifs des deux alimentations comparées par les résultats de cette dernière pesée. Ils sont résumés dans le Tableau suivant, pour chacune des vingt-deux séries de trois jours, pendant lesquelles le sucre et la graisse ont été alternativement substitués l'un à l'autre dans la ration.

» Le Tableau ci-dessous nous apprend que, du commencement à la fin de l'expérience, il y a eu un croît total de 932^{gr} (de 21^{kg},280 à 22^{kg},212). Ce gain de 932^{gr} s'est produit à la fois pendant les séries-sucre et pendant les séries-graisse, mais d'une manière inégale. Les séries-sucre y ont contribué pour 730^{gr} et les séries-graisse pour 202^{gr} seulement. Celles-ci auraient donc été sensiblement inférieures à celles-là. Y a-t-il eu infériorité réelle tenant à l'alimentation elle-même? Il y a quelque probabilité à ce que la légère différence qui, en nombre d'autres circonstances, s'est manifestée à l'avantage du sucre, quand il était donné, par rapport à la graisse, dans la proportion de 1,52

ou 1,53 à 1, ait été exagérée ici par une cause accidentelle, qui serait intervenue à la fin de l'expérience, dans les deux dernières séries. Si l'on supprimait ces deux dernières-séries, le gain total serait 908gr, dont 500gr pour les séries-sucre et 408gr pour les séries graisse. On retrouverait ainsi les proportions approchées de l'égalité qui se constatent le plus souvent.

Tableau résumant les résultats de la deuxième expérience.

		Séries A. — Sucre.			*Séries* B. — Graisse.		
		Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain	— Perte = Accroisst.	Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain	— Perte = Accroisst.
		kg	gr	gr	kg	gr	gr
1re période : sucre 76gr,5 ou graisse 50gr.	1re série...	21,280	0	0	»	»	»
	2e » ...	»	»	»	21,360	80	»
	3e » ...	21,497	137	»	»	»	»
	4e » ...	»	»	»	21,605	108	»
	5e » ...	21,473	»	132	»	»	»
	6e » ...	»	»	»	21,587	114	»
	7e » ...	21,527	»	60	»	»	»
	8e » ...	»	»	»	21,550	23	»
	9e » ...	21,528	»	22	»	»	»
	10e » ...	»	»	»	21,363	»	165
2e période : sucre 153gr ou graisse 100gr.	11e » ...	21,543	180	»	»	»	»
	12e » ...	»	»	»	21,603	60	»
	13e » ...	21,627	24	»	»	»	»
	14e » ...	»	»	»	21,810	183	»
3e période : sucre 230gr ou graisse 150gr.	15e » ...	22,008	198	»	»	»	»
	16e » ...	»	»	»	22,047	39	»
	17e » ...	22,055	8	»	»	»	»
	18e » ...	»	»	»	21,988	»	67
	19e » ...	22,155	167	»	»	»	»
	20e » ...	»	»	»	22,188	33	»
	21e » ...	22,418	230	»	»	»	»
	22e » ...	»	»	»	22,212	»	206
Totaux et balance.......			944	— 214 = 730		640	— 438 = 202

» Peut-être faut-il voir, dans ces résultats, l'effet de la différence de digestibilité existant entre le sucre et la graisse. Les quantités de sucre que le chien peut digérer intégralement sont vraiment considérables. Au contraire, la graisse échappe partiellement à l'action digestive si la quantité ingérée dépasse certaines limites. Or, dans notre expérience, on voit diminuer la part proportionnelle que le régime-graisse prend au croît, à mesure que la quantité de graisse ingérée augmente. Ainsi, à la dose de 50gr, la graisse est plutôt supérieure au sucre. A celle de 100gr, la graisse descend

à l'égalité de valeur nutritive avec le sucre. Enfin, cette égalité est rompue à l'avantage du sucre quand la ration de graisse est portée à 150gr. Mais je n'ai pas à insister pour le moment sur ce point. Ce sont là des questions un peu compliquées, qui ne se résoudront qu'avec des vérifications expérimentales nombreuses, variées et surtout prolongées.

» Mais nous n'avons pas besoin de ces solutions pour tirer de notre expérience actuelle l'enseignement qu'elle comporte. La signification en est très nette et très précise au point de vue de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques. Comme la première, cette deuxième expérience démontre que, *chez l'animal au repos, pas plus que chez le sujet qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'a pour mesure la valeur énergétique de ces deux substances.*

» Conclusions. — *Lorsque le sucre et la graisse sont introduits dans la ration d'un sujet tenu au repos, ces deux aliments se comportent, au point de vue nutritif, comme chez le sujet qui travaille.*

» *Leur valeur nutritive respective n'a aucun rapport avec leur valeur énergétique. C'est plutôt l'aptitude de ces deux substances à se transformer en glycogène qui règle leur valeur nutritive, aptitude supposée avoir la valeur* 1 *pour le sucre et la valeur* 1,52 *pour la graisse.*

» *Toutefois, la proportion* 1,52 *de sucre se montre presque toujours un peu supérieure à la proportion* 1 *de graisse, dans les rations alimentaires de l'animal au repos.*

» *Cette supériorité du sucre semble être plus évidente quand la ration est assez forte pour imprimer à l'animal un croît très sensible. Mais il serait prématuré de se prononcer dès maintenant sur ce sujet d'une manière ferme.*

» Cette Note clôt la série des études que je poursuis depuis plus de deux ans sur la valeur nutritive des deux aliments simples sucre et graisse. Le but visé par ces études a été atteint. Je voulais savoir si la valeur nutritive du sucre et de la graisse a pour mesure leur valeur énergétique, c'est-à-dire leur chaleur de combustion, et j'ai appris qu'il n'en est rien. En faisant ainsi échec, en l'une de ses parties importantes, à la théorie des poids et des substitutions isodynamiques, les résultats que j'ai obtenus écartent la principale objection opposée à mes déterminations sur la source de l'énergie dépensée par le muscle en action. L'attribution exclusive, ou à peu près exclusive, de cette destination au glycogène musculaire rencontrera, peut-être, d'autres objections. Je m'emploierai moi-même à en faire surgir, au cours des nouvelles expériences par lesquelles je me propose de contrôler mes propositions fondamentales sur l'énergétique musculaire. »

M. Maurice Lévy fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées *Pavie*.

Cette première Partie contient l'historique de la question du halage funiculaire et les problèmes théoriques qui s'y rattachent.

Dans la seconde Partie, il sera rendu compte des détails d'exécution et des deux applications du nouveau mode de traction faites : l'une en France, au souterrain du mont de Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne; l'autre en Belgique, pour accélérer le passage des bateaux sous un pont tournant de chemin de fer établi sur le Ruppel.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Wilde. — MM. Sarrau, J. Bertrand, Berthelot, Mascart, Michel Lévy.

Prix Vaillant. — MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy, Hautefeuille, de Lapparent.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix La Fons-Melicocq. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Perrier, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jund** adresse, de Bucarest, une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie.

(Commissaires : MM. Lippmann, H. Becquerel, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'ellipsoïde de Jacobi.* (Extrait d'une Lettre du P. S. **Krüger** à M. le Président.)

« L'honneur fait à mon Article *Sur l'ellipsoïde de Jacobi,* dans la séance du 7 mars dernier, m'oblige à attirer encore l'attention de l'Académie sur une erreur qui s'y était glissée par rapport au travail de M. Schwarzschild. Celui-ci m'écrit, en effet, qu'il connaissait fort bien le résultat d'Ed. Roche donnant la distance minimum $2,44\,R\sqrt[3]{\frac{\delta}{\rho}}$ d'un satellite *ellipsoïdal* de densité ρ à sa planète de densité δ et de rayon R; mais ce qu'il y a ajouté, c'est que *toute* série de formes d'équilibre, même de celles qui ne seraient pas ellipsoïdales, est impossible en deçà de cette limite. Au contraire, le nombre 2,44, trouvé par Roche en 1849, paraît bien avoir été inconnu aux autres auteurs cités dans mon Article et écrivant dix ans et trente ans plus tard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. E. Picard.

« Jacobi, Lottner et Hess ont résolu le problème relatif à la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, en exprimant les neuf cosinus directeurs et les six composantes de rotation au moyen des fonctions thêta ou sigma d'un seul argument. M. F. Caspary a traité ce problème sous un nouveau point de vue et a montré que ces expressions découlent des identités absolues (voir *Bull. des Sc. math.*,

t. XIII, p. 103-109). Pour cela il n'était pas nécessaire d'établir les équations différentielles dont lesdites expressions forment les intégrales. Cependant, la méthode due à M. F. Caspary conduit aussi aisément à ces équations différentielles. C'est ce que je vais montrer dans cette Note en m'appuyant sur un théorème qui lie les équations différentielles du système composé à celles des deux systèmes orthogonaux composants.

» En adoptant la notation de M. F. Caspary, appelons le groupe des quinze quantités $a_{mn} (m, n = 1, 2, 3)$,

$$\begin{aligned} p_h &= -(a_{1k} da_{1l} + a_{2k} da_{2l} + a_{3k} da_{3l}), \quad & (h, k, l = 1, 2, 3 \\ v_h &= \quad a_{k1} da_{l1} + a_{k2} da_{l2} + a_{k3} da_{l3} & 2, 3, 1 \\ & & 3, 1, 2) \end{aligned}$$

éléments d'un système orthogonal. Je commence par établir un théorème qui lie les *éléments* d'un système composé aux *éléments* des deux systèmes composants :

» I. *En désignant par* $a_{mn}^{(\nu)}, p_h^{(\nu)}, v_h^{(\nu)} (\nu = 1, 2)$ *les éléments de deux systèmes orthogonaux, les éléments du système composé s'expriment identiquement par les relations suivantes :*

$$\begin{aligned} a_{mn} &= \quad a'_{m1} a''_{n1} + a'_{m2} a'' + a'_{m3} a''_{n3}, \\ p_h &= \quad a''_{h1} p'_1 + a''_{h2} p'_2 + a''_{h3} p'_3 - v''_h, \\ v_h &= -(a'_{h1} p''_1 + a'_{h2} p''_2 + a'_{h3} p''_3) + v'_h. \end{aligned}$$

» En vertu de ce théorème les équations différentielles du système composé se déduisent des équations différentielles des systèmes composants.

» En effet, on tire d'abord de ces relations :

$$(1) \qquad a'_{3h} = a''_{1h} a_{31} + a''_{2h} a_{32} + a''_{3h} a_{33},$$

$$(2) \qquad \begin{cases} p_h - p''_h = a''_{1h} p_1 + a''_{2h} p_2 + a''_{3h} p_3, \\ v'_3 - a'_{31} p''_1 - a'_{32} p''_2 - a'_{33} p''_3 = v_3. \end{cases}$$

» Supposons, de plus, que les *éléments* des systèmes $(a_{mn}^{(\nu)}) (\nu = 1, 2)$ dépendent respectivement des arguments u_ν, v_ν et des fonctions quelconques G_ν. Alors M. F. Caspary [voir *Journ. de Math.* (4), t. VI, p. 376] les a représentés, au moyen des fonctions sigma d'un seul argument, de la

manière suivante :

$$a_{1h}^{(\nu)} \pm i a_{2h}^{(\nu)} = - G_\nu^{\pm 1} \varepsilon_h \frac{\sigma_h(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu},$$

$$a_{3h}^{(\nu)} = \quad i\varepsilon_h \frac{\sigma_h u_\nu \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu},$$

$$p_h^{(\nu)} = \quad \varepsilon_h m_h^{(\nu)} \frac{\sigma_h u_\nu \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu}, \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, 3 \\ \nu = 1, 2 \end{pmatrix}$$

$$v_1^{(\nu)} \pm i v_2^{(\nu)} = \quad G_\nu^{\pm 1} \frac{\sigma(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu}(du_\nu \pm dv_\nu),$$

$$v_3^{(\nu)} = - i m_0^{(\nu)},$$

où

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{e_3 - e_1}\sqrt{e_1 - e_2}}, \qquad \varepsilon_2 = - \frac{1}{\sqrt{e_1 - e_2}\sqrt{e_2 - e_3}}, \qquad \varepsilon_3 = \frac{1}{\sqrt{e_2 - e_3}\sqrt{e_3 - e_1}},$$

$$(3) \qquad m_j^{(\nu)} = \frac{\sigma'_j u_\nu}{\sigma_j u_\nu} dv_\nu + \frac{\sigma'_j v_\nu}{\sigma_j v_\nu} du_\nu + d \log G_\nu. \qquad (j = 0, 1, 2, 3)$$

» C'est de ce système orthogonal que découlent les relations caractéristiques

$$(4) \qquad \begin{cases} p'_h = - i a'_{3h} m'_h, & v'_3 = - i m'_0, \\ p''_h = - i a''_{3h} m''_h, & v''_3 = - i m''_0. \end{cases} \qquad (h = 1, 2, 3)$$

» La substitution de ces relations transforme les identités (2) en

$$- i a'_{3h} m'_h + i a''_{3h} m''_h = a''_{1h} p_1 + a''_{2h} p_2 + a''_{3h} p_3,$$
$$- i v_3 = - m'_0 + a'_{31} a''_{31} m''_1 + a'_{32} a''_{32} m''_2 + a'_{33} a''_{33} m''_3.$$

» En combinant ces relations aux identités (1), on obtient le théorème :

» II. *Entre les* éléments *d'un système composé de deux systèmes orthogonaux qui s'expriment au moyen des fonctions sigma d'un seul argument existent les relations caractéristiques suivantes :*

$$- i a_{3h} = l_{h1} p_1 + l_{h2} p_2 + l_{h3} p_3 - i l_{h4}, \qquad (h = 1, 2, 3)$$
$$- \quad v_3 = a_{31} v''_1 + a_{32} v''_2 + a_{33} v''_3 - m'_0,$$

où

$$l_{mn} = \frac{a''_{m1} a''_{n1}}{m'_1} + \frac{a''_{m2} a''_{n2}}{m'_2} + \frac{a''_{m3} a''_{n3}}{m'_3} = l_{nm}, \qquad (m, n = 1, 2, 3)$$

$$l_{h4} = \frac{m''_1 a''_{h1} a''_{31}}{m'_1} + \frac{m''_2 a''_{h2} a''_{32}}{m'_2} + \frac{m''_3 a''_{h3} a''_{33}}{m'_3}, \qquad (h = 1, 2, 3)$$

et les expressions m'_j, m''_j sont définies par les formules (3).

» Si l'on pose, de plus,

$$(5)\qquad 2\mathrm{T} = \sum_{m,n}^{1,2,3} l_{mn} p_m p_n + \text{const.},$$

on a

$$(6)\qquad -ia_{3h} = \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial p_h} - il_{h4}.$$

» Les arguments u_ν et v_ν étant fonctions d'une seule variable t, les identités différentielles

$$da_{3h} = a_{3k} p_l - a_{3l} p_k$$

conduisent au théorème :

» III. *Les expressions des* éléments *du système* (a_{mn}) *établies par M. F. Caspary* (voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 859-862; 1888) *au moyen des fonctions sigma satisfont aux équations différentielles*

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial p_h} = p_l \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial p_k} - p_k \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial p_l} - i(l_{k4} p_l - l_{l4} p_k) + i\frac{dl_{h4}}{dt}, \qquad \begin{pmatrix} h, k, l = 1, 2, 3 \\ 2, 3, 1 \\ 3, 1, 2 \end{pmatrix}$$

où l'expression T *est définie par la formule* (5).

» Il reste encore à établir les relations qui existent entre les intégrales de ces équations différentielles. Elles découlent immédiatement des identités algébriques

$$a_{31}^2 + a_{32}^2 + a_{33}^2 = 1, \qquad a_{31} p_1 + a_{32} p_2 + a_{33} p_3 = v_3$$

combinées aux relations (6).

» Les problèmes qui conduisent aux équations différentielles que je viens d'établir trouvent leurs solutions complètes par lesdites expressions de M. F. Caspary. Tout particulièrement, on retrouve ainsi les résultats dus, dans le problème de la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, à Jacobi, Lottner, Hermite, Hess, Halphen et Darboux. »

MÉCANIQUE. — *Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Émile Picard.

« M. Somigliana paraît avoir, le premier, examiné si les intégrales du système

$$(1)\qquad \Delta_2 u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0,$$

vérifiant dans un domaine les conditions de continuité fondamentales, sont des fonctions analytiques. Dans le cas où $\xi + 1 = 0$, ces intégrales sont déterminées par la formule

$$(2) \qquad u = (z - z_0)\frac{\partial\varphi}{\partial y} - (y - y_0)\frac{\partial\varphi}{\partial z} + \frac{\partial\psi}{\partial x}$$

et par deux autres formules analogues, φ étant une fonction harmonique et ψ une fonction *quelconque;* de là résulte que, $f(x)$ désignant une fonction dont la dérivée s'annule pour $x = 0$, les dérivées premières de la fonction $f(\alpha)$ donnent des intégrales du système (1), où $\xi + 1 = 0$, qui s'annulent en un point quelconque de la surface $\alpha = 0$. Les formules telles que (2) ont leur origine dans ce fait que l'équation de Laplace possède les transformations infinitésimales

$$(a + hx + qz - ry)\frac{\partial}{\partial x} + (b + hy + rx - pz)\frac{\partial}{\partial y} + (c + hz + py - qx)\frac{\partial}{\partial z};$$

à cette même remarque on peut rattacher les nombreuses formules qui expriment explicitement, lorsque $\xi + 1 \neq 0$, toutes les intégrales analytiques du système (1) au moyen de fonctions harmoniques.

» Revenons, pour y insister, sur la saisissante analogie qui existe entre le système (1) et l'équation de Laplace. Les solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, qui ont le plus d'intérêt, dérivent d'une seule d'entre elles, savoir l'inverse de la distance r des deux points (x, y, z), (a, b, c); les solutions analogues du système (1) qui sont données, pour ξ quelconque, par la formule

$$(3) \qquad u_i = U_i - \frac{\xi}{2[\xi(i-1) + 2i - 1]} r^2 \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial U_i}{\partial x} + \frac{\partial V_i}{\partial y} + \frac{\partial W_i}{\partial z}\right)$$

et deux autres formules semblables, où U_i, V_i, W_i sont des solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, dérivent de même de la seule solution (u', v', w') que l'on obtient en prenant

$$i = -1, \qquad U_i = \frac{kA}{r}, \qquad V_i = \frac{kB}{r}, \qquad W_i = \frac{kC}{r}, \qquad k = \frac{3(2\xi + 3)}{\xi + 1},$$

A, B et C étant des constantes arbitraires. Là ne se borne pas l'importance de la *fonction dirigée* (u', v', w'); elle joue dans la théorie de l'élasticité exactement le rôle de l'inverse de r dans celle du potentiel newtonien; en la plaçant à la base des recherches des géomètres italiens, on rend plus frappantes les analogies déjà nombreuses qu'ils ont établies entre le système

(1) et l'équation de Laplace et l'on a le moyen d'en ajouter beaucoup d'autres.

» Le système (1) se rattache, par le calcul des variations, à l'expression σ de notre précédente Communication; désignons par $-\rho\mathfrak{X}$, $-\rho\mathfrak{Y}$, $-\rho\mathfrak{Z}$ les premiers membres de ce système et définissons trois fonctions $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{H}$ par des formules telles que

$$(4) \qquad \mathfrak{F} = l\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial x}} + m\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial y}} + n\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial z}},$$

où l, m, n sont les cosinus directeurs de la normale extérieure à la surface d'un domaine; puis formons pour un second déplacement (u_1, v_1, w_1) les expressions analogues $-\rho\mathfrak{X}_1$, $-\rho\mathfrak{Y}_1$, $-\rho\mathfrak{Z}_1$, $\mathfrak{F}_1$, $\mathfrak{G}_1$, $\mathfrak{H}_1$; nous aurons la relation

$$(5) \qquad \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}u_1\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}u_1\,ds = \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}_1 u\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}_1 u\,ds$$

qui ne diffère pas essentiellement de celle de Betti relative au cas où $X = Y = Z = -1$. En reprenant ici avec la fonction dirigée (u', v', w') la théorie que l'on développe pour l'équation de Laplace avec l'inverse de r, on obtient la relation

$$(6) \quad 4\pi(Au + Bv + Cw) = \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}u'\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}u'\,ds - \iint\Sigma\mathfrak{F}'u\,ds$$

qui donne une modification utile des formules de M. Somigliana.

» Chacune des trois intégrales du second membre de (6) peut se mettre sous la forme $4\pi(AU + BV + CW)$; la *fonction dirigée* (U, V, W) est, dans les trois cas, respectivement l'analogue du potentiel newtonien d'une masse à trois dimensions, du potentiel d'une simple couche et du potentiel d'une double couche. La première intégrale de (6) a été rencontrée par Lord Kelvin; MM. Volterra et Lauricella ont établi qu'elle jouit à l'égard du système (1) des mêmes propriétés que le potentiel newtonien à l'égard de l'équation de Laplace. Ajoutons que les constantes $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$ peuvent être interprétées comme les composantes d'une *force en un point* à laquelle répond le déplacement (u', v', w') et que les trois intégrales $\iint\mathfrak{F}'\,ds$, $\iint\mathfrak{G}'\,ds$, $\iint\mathfrak{H}'\,ds$, qui forment la notion analogue à l'intégrale de Gauss, sont nulles, respectivement égales à $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$, ou à $2\pi A$, $2\pi B$, $2\pi C$ suivant que (a, b, c) est extérieur à la surface d'intégration, lui est intérieur ou situé sur elle. La seconde intégrale de (6) est identique,

pour $X = Y = Z = -1$, à la solution envisagée en 1895 par M. Poincaré; M. Lauricella a également démontré dans ce cas les propriétés de cette solution qui en font l'analogue du potentiel d'une simple couche; ces propriétés subsistent dans le cas général où nous nous plaçons. Enfin, désignons par $4\pi\Phi(a, b, c)$ la troisième intégrale de (6), par $4\pi\Phi_s$ sa valeur en un point s de la surface d'intégration, par $4\pi\Phi_{is}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'intérieur de la surface, par $4\pi\Phi_{es}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'extérieur; on a

$$\Phi_{is} = \Phi_s + \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s), \qquad \Phi_{es} = \Phi_s - \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s);$$

par contre, les fonctions définies par les formules telles que (4) pour U, V, W sont continues au passage de la surface, avec les restrictions connues; ces propriétés, démontrées par M. Lauricella dans le cas particulier où X, Y, Z sont égaux au rapport de $-\xi$ à $\xi + 2$, lui ont servi dans son extension de la méthode de Neumann. Parmi les applications des fonctions potentielles (U, V, W) signalons les suivantes, qui se rattachent à la notion de force en un point : on peut substituer à une force en un point situé à l'intérieur d'une sphère, des forces sur la surface qui donnent à l'extérieur le même déplacement; on a ainsi l'analogue de l'une des propositions sur lesquelles repose la méthode du balayage de M. Poincaré. On peut aussi écrire presque intuitivement l'extension de l'équation fonctionnelle de Robin. A une force en un point répond un déplacement qui engendre, dans un milieu élastique indéfini, un système isostatique; partageons ce milieu par un plan en deux parties dont l'une contient le point d'application de la force; la seconde partie ne subira pas de déformation, si l'on répartit sur le plan des forces données par l'extension de l'équation de Robin; ces forces engendrent à leur tour un système isostatique. »

PHYSIQUE. — *Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. d'Arsonval.

« Ayant disposé deux faisceaux lumineux identiques, l'un en A, l'autre en B, je me suis proposé, au moyen d'un fil conducteur de l'électricité,

d'obtenir dans le faisceau B les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A et ceci aux points correspondants.

» Le dispositif suivant permet d'obtenir ce résultat :

» Deux obturateurs identiques, l'un en A, l'autre en B, percés de petites ouvertures à écartements fixes, mais à hauteurs décroissantes, tournent synchroniquement et fractionnent identiquement les faisceaux A et B.

» En A, des lames séléniées reçoivent successivement les faisceaux élémentaires. Ces lames sont disposées dans le circuit primaire d'une bobine d'induction dont le circuit secondaire constitue la ligne de transmission jusqu'en B.

» En B, se trouve intercalé, dans cette ligne de transmission, un téléphone dont la membrane agit, par un système multiplicateur, sur une plaque opaque pourvue de traits transparents. A côté de cette plaque, s'en trouve une identique, mais fixe, et dont les traits transparents correspondent aux parties opaques de la première.

» Lorsque l'on observe en B le faisceau qui a traversé les deux plaques et l'un des obturateurs, on constate qu'il présente les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A qui a passé à travers l'autre obturateur et frappé les lames séléniées.

» En effet, en A, les faisceaux élémentaires d'intensité variable frappent successivement les lames séléniées qui, par leur changement de résistance, déterminent l'envoi de courants électriques proportionnés au téléphone placé en B.

» La membrane de ce téléphone vibre en conséquence, déplace plus ou moins la plaque mobile devant la plaque fixe et fait varier ainsi l'intensité du faisceau lumineux. Cette intensité varie également dans tout l'ensemble du faisceau; mais grâce aux obturateurs synchrones, l'observateur en B ne perçoit cette variation qu'à la place correspondante à celle où elle a eu lieu dans le faisceau A, et comme tous les faisceaux élémentaires passent dans un dixième de seconde, l'observateur croit voir le faisceau tout entier avec les intensités voulues en chaque point.

» En substituant au faisceau A une chambre noire dont l'obturateur mobile constitue le fond, on peut projeter sur le bloc sélénié l'image d'objets très simples, très éclairés, et même, s'ils sont en mouvement, les reconnaître avec plus ou moins de facilité en B. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique*. Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« L'explosion des mélanges grisouteux étant déterminée par l'étincelle de rupture ([1]), toute cause qui tend à accroître la self-induction du circuit doit, par ce fait, faciliter l'explosion.

» Dans nos premiers essais sur ce sujet, nous nous sommes servis d'une bobine de self-induction à gros fil et de faible résistance et nous l'avons intercalée dans la dérivation de l'exploseur. L'explosion, que nous évitions précédemment avec des courants d'intensité inférieure à l'intensité limite pour la résistance r employée, s'est alors produite d'une manière constante. Nous n'avons pu l'éviter, même en diminuant autant que possible l'intensité et la résistance. Il était nettement démontré par ce résultat que l'accroissement de self-induction exerce une influence sur la production de l'explosion, mais il était impossible de l'évaluer par cette méthode, car la self-induction de la bobine nous était inconnue et d'ailleurs d'un ordre trop élevé ; il aurait fallu, par suite, pour éviter l'explosion, employer des courants tellement faibles qu'ils auraient été impuissants à porter les filaments à l'incandescence.

» Nous avons pensé qu'il était préférable de remplacer la bobine par un long cylindre de bois de $0^m,05$ de diamètre, autour duquel nous avons enroulé sous forme de spires une partie de notre conducteur. De la sorte, les résistances des deux dérivations demeuraient les mêmes qu'avant l'enroulement, le nombre des spires nous était connu, il était facile de le faire varier et de modifier à notre gré le sens et le mode de l'enroulement.

» *Détermination de la self-induction*. — En nous appuyant sur les principes établis dans notre Note précédente, et grâce à cette disposition, nous sommes arrivés à déterminer facilement l'effet de la self-induction. Soit i l'intensité limite qu'il ne faut pas dépasser pour éviter l'explosion avec des valeurs déterminées de la résistance r de la dérivation de l'exploseur et du rapport $\frac{r'}{r}$; quand une portion du conducteur qui forme cette dérivation

---

([1]) Voir nos deux précédentes Notes (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750 et 901; 1898).

est enroulée sur le cylindre de bois, l'explosion se produit de nouveau et il est nécessaire de diminuer l'intensité du courant pour qu'elle cesse de se produire. L'enroulement des spires a donc produit un certain abaissement de l'intensité limite; nous le déterminons en agissant sur le rhéostat par lequel arrive le courant principal de manière à diminuer l'intensité dans les dérivations jusqu'à ce que l'explosion n'ait plus lieu. Après quelques tâtonnements, la nouvelle limite est fixée. Cette opération peut être aussi recommencée en conservant les mêmes conducteurs, mais en changeant le nombre des spires, ce qui conduit à une limite correspondante.

» La quantité dont il faut abaisser l'intensité primitive pour ne plus provoquer l'explosion peut être considérée comme mesurant l'effet de la self-induction due à l'enroulement.

» Voici les valeurs qui se rapportent au Tableau que nous avons donné précédemment :

		Intensités limites.	Nombre de spires.	Abaissement de l'intensité limite.
	ohms	amp	spires	amp
$\frac{r'}{r} = 1$	$r = 3,3$	5,7	0	»
		4,4	700	1,3
$\frac{r'}{r} = 1$	$r = 4,2$	4,1	0	»
		3,7	400	0,5
		3,4	700	0,7

» D'après les chiffres ci-dessus, l'effet paraît d'autant plus marqué que l'intensité du courant employé est plus forte; en outre, avec la dernière résistance, l'abaissement de l'intensité limite serait de $0^{amp},1$ pour 100 de nos spires.

» *Annulation des effets de self-induction.* — Les résultats précédents ont été obtenus avec des spires simplement enroulées les unes à la suite des autres. Nous avons recommencé les expériences en enroulant le conducteur sur une même rangée, mais la moitié dans un sens et l'autre moitié dans l'autre sens. Voici les résultats observés :

$r = r' = 3^{ohms},3$	350 spires dextrorsum	350 spires sinistrorsum	$i = 4^{amp},5$
$= 4^{ohms},2$	350 »	350 »	$i = 3^{amp},4$

» Les valeurs des intensités limites sont demeurées ce qu'elles étaient dans le cas précédent. En conséquence, *l'effet total reste sensiblement le*

même quand une partie des spires est enroulée dans un sens différent sur une rangée unique.

» Il n'en est plus ainsi quand on superpose les spires en deux rangées; en revenant au point de départ *avec des spires enroulées en sens inverse, la deuxième rangée annule l'effet de la première* :

		Intensités limites.
		amp
$r = r' = 3^{\text{ohms}},3$	sans spire	5,7
	1re rangée : 350 sp. dextr. / 2e rangée : 337 sp. sinistr.	5,7
$r = r' = 4^{\text{ohms}},2$	0 spire	4,1
	1re rangée : 350 sp. dextr. / 2e rangée : 337 sp. sinistr.	4,1

» *Quand,* au contraire, *les spires de la deuxième rangée sont dans le même sens que celles de la première, l'effet est plus intense que celui des spires juxtaposées sur une rangée unique et l'intensité limite tombe à* $4^{\text{amp}},0$ *pour* $r = 3^{\text{ohms}},3$ *et à* $3^{\text{amp}},3$ *pour* $r = 4^{\text{ohms}},2$.

» Quand les spires sont placées dans la dérivation parallèle à celle de l'exploseur, elles semblent encore exercer un effet; mais cet effet est trop faible pour être mesuré.

» Il est à remarquer que les résultats précédents sont ceux que l'on obtient en ayant soin d'éviter l'échauffement des conducteurs : nous avons opéré avec des fils de cuivre ayant une section de $0^{\text{mmq}},67$, mais nous pensons que si nous avions pu opérer avec des fils gros pour ne pas s'échauffer sous l'influence des intensités dont nous nous sommes servis, nous serions arrivés à des limites plus élevées.

» Rappelons enfin que les expériences actuelles, comme les précédentes, ont été faites avec des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane, rigoureusement dosés. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la température sur les réactions chimiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. E. Grimaux.

« *Sels d'argent.* — J'ai montré [1] que le gaz sulfhydrique sec n'attaque, à la température de la glace fondante, ni l'orthophosphate, ni le pyrophos-

---

(1) *Comptes rendus*, p. 831, mars 1898.

phate d'argent, si ces sels et si les appareils ont été préalablement bien séchés.

» Entre 15° et 20°, l'absorption de H^2S devient sensible au contact du pyrophosphate; elle correspond à une baisse manométrique d'environ 2^{mm} de mercure par vingt-quatre heures. Cette baisse dépasse 200^{mm} à la minute vers 100° quand la pression moyenne du gaz est 600^{mm}.

» *Sels de zinc.* — L'orthophosphate de zinc $(PO^4)^2Zn^3$ bien sec se comporte à l'endroit du gaz sulfhydrique comme les phosphates d'argent. Ce sel, après trente-cinq jours de contact avec de l'acide sulfhydrique à la pression atmosphérique et à une température comprise entre 5° et 9°, n'a donné lieu à aucune réaction appréciable. Mais si l'on porte graduellement à 160° l'extrémité du tube où se trouve le phosphate de zinc, l'absorption se manifeste très notable à 100°, rapide à 160°.

» *Vitesse d'absorption.* — J'ai cherché comment varie la masse de gaz absorbée à température constante dans l'unité de temps quand la pression diminue. Pour cela, j'ai mis le gaz H^2S en présence d'un grand excès de phosphate de zinc à la température de 100°; de temps à autre, j'ajoutais au sel chauffé de petites quantités de phosphate de zinc tenu en réserve à la partie supérieure du tube manométrique, en agitant ce tube. En quinze minutes, on constatait une absorption

De	$6^{cc},3$	de H^2S à la pression moyenne de		600^{mm}
»	4,6	»	»	430
»	3,2	»	»	330

» On voit facilement que, sous ces fortes pressions mercurielles, *la masse de gaz sulfhydrique décomposée par le phosphate de zinc, dans l'unité de temps et à température constante, est proportionnelle au carré de la pression.* Toutefois, l'absorption est moins rapide sous de faibles pressions; à 160°, la vitesse est à peu près double de la vitesse à 100°.

» *Sels de cuivre.* — L'orthophosphate cuivrique $(PO^4)^2Cu^3$ et le pyrophosphate $P^2O^7Cu^2$ secs, en présence du gaz H^2S vers 0° et à la pression atmosphérique, absorbent ce gaz lentement, mais d'une façon continue. Sous faible pression l'action se ralentit beaucoup. Une élévation de température active la réaction. L'allure générale du phénomène est donc comparable aux décompositions par H^2S des sels de zinc et d'argent, sauf l'arrêt de la réaction.

» J'ai cherché si l'activité de la réaction était liée à la quantité de chaleur dégagée : c'est-à-dire si la réaction plus vive, plus complète, de l'acide sulfhydrique sur les phosphates cuivriques était due à ce que cette réaction

dégage plus de chaleur que la décomposition des phosphates d'argent par l'acide sulfhydrique. Les déterminations suivantes prouvent qu'il n'en est rien; car l'absorption d'une molécule H^2S dégage plus de chaleur dans le cas des sels d'argent que dans le cas des sels cuivriques correspondants; et plus pour les sels de cuivre que pour les sels de zinc.

» Pour faire ces déterminations, je me suis placé dans les conditions des essais ci-dessus décrits : je faisais passer, vers 10°, un courant de gaz H^2S incomplètement desséché sur les sels métalliques secs placés dans un petit vase de platine entouré par l'eau du calorimètre; je dosais Ag^2S et CuS formés et je rapportais au poids de ces sulfures la quantité de chaleur indiquée par le calorimètre. Les nombres varient avec le degré de décomposition des sels métalliques, parce que les basicités d'un acide phosphorique n'ont pas même valeur thermique; mais ils restent comparables.

» *Pyrophosphates.* — Tous les corps étant exempts d'eau, et la quantité de sel indécomposé restant voisine du dixième du poids total du pyrophosphate, on trouve que la réaction $P^2O^7Ag^4 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2Ag^2S$ dégage 88000^{Cgr}, soit 44^{Cal} par molécule d'H^2S. Dans les mêmes conditions le pyrophosphate cuivrique $P^2O^7Cu^2 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2CuS$ ne dégage que 50^{Cal} environ, soit 25^{Cal} par molécule d'H^2S.

» *Orthophosphates.* — La décomposition totale du phosphate tribasique d'argent correspond à $0^{Cal},183$ par gramme d'Ag^2S formé, soit $44^{Cal},5$ par molécule d'Ag^2S ou d'H^2S.

» La réaction suivante du gaz H^2S sur l'orthophosphate de cuivre

$$(PO^4)^2Cu^3 + H^2S = 2PO^4CuH + CuS$$

dégage 27^{Cal}.

» Si donc les phosphates de cuivre sont plus vivement attaqués par l'acide sulfhydrique que les phosphates d'argent correspondants, cela ne tient pas à ce que la décomposition des sels de cuivre dégage plus de chaleur que la décomposition des sels d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromures d'argent ammoniacaux.* Note de M. **Jarry**, présentée par M. Troost (¹).

« Dans un Mémoire sur les combinaisons ammoniacales des bromures métalliques (²), Rammelsberg indique que le bromure d'argent sec n'ab-

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Annalen der Physik und Chemie*, t. LV, p. 248.

sorbe pas le gaz ammoniac, et que les cristaux obtenus par refroidissement d'une solution ammoniacale de bromure d'argent ne renferment pas d'ammoniac. On peut cependant préparer deux bromures d'argent ammoniacaux dont la composition est représentée par les formules $AgBr.3AzH^3$, et $AgBr.1,5AzH^3$: ces combinaisons correspondent aux deux chlorures d'argent ammoniacaux dont j'ai précédemment repris l'étude.

» I. Soumis à l'action du gaz ammoniac liquéfié, le bromure d'argent sec perd sa couleur jaune et se transforme en une poudre blanche ; on évapore le liquide en excès en maintenant, par exemple, à la température de $-30°$ le tube en expérience, mis en communication avec un tube débouchant sur la cuve à mercure. Si, ensuite, on élève la température progressivement, on observe vers $+4°$ un abondant dégagement de gaz ammoniac accusant la décomposition du produit qui pourtant reste encore blanc; puis vers $+35°$ un nouveau départ de gaz ammoniac a lieu, tandis que le bromure reprend cette fois sa couleur jaune primitive. On peut tarer le tube à chacune des phases de l'expérience : on constate alors que le poids d'ammoniac abandonné par le bromure est exactement le même la seconde fois que la première et qu'il correspond à une molécule et demie pour une molécule de bromure d'argent. On en conclut que la poudre blanche formée au contact du gaz ammoniac liquéfié contient trois molécules d'ammoniac pour une molécule de bromure, qu'elle abandonne d'abord, à la température de $+4°$, $1^{mol},5$ d'ammoniac pour se transformer en un second composé, également blanc, de formule $AgBr.1,5AzH^3$; c'est ce dernier qui, vers $+35°$, se décompose à son tour en ammoniac et bromure d'argent jaune. La mesure des tensions de dissociation de ces deux composés corrobore ces premiers résultats; voici, exprimées en centimètres de mercure, quelques tensions observées :

Tensions de dissociation du composé $AgBr.3AzH^3$.

°	cm	°	cm	°	cm
−23	14	0	60,5	14	131
−18	19,5	3,5	74,5	20	182
− 8	36	8	92	23	214

Tensions de dissociation du composé $AgBr.1,5AzH^3$.

°	cm	°	cm	°	cm
0	8,8	11,2	17,4	28,6	51,3
4	10,7	14	20,6	43,8	122,5
10,4	16,6	16,6	24,9	53	198,6

» L'examen de ces nombres indique qu'un courant de gaz ammoniac

passant sur du bromure d'argent doit le transformer en l'une ou l'autre de ses deux combinaisons ammoniacales, suivant la température de l'expérience; en réalité, l'absorption est extrêmement lente : dans une expérience où le bromure était maintenu à $-20°$, on a fait passer un courant de gaz ammoniac pendant quinze heures environ; au bout de ce temps, $2^{mol},75$ seulement de gaz ammoniac s'étaient fixées sur le bromure. Ces résultats expliquent l'insuccès des expériences de Rammelsberg.

» II. De même que les combinaisons correspondantes du chlorure d'argent, les deux bromures d'argent ammoniacaux peuvent être obtenus cristallisés. Le gaz ammoniac liquéfié dissout une petite quantité de bromure d'argent; à l'évaporation, la solution dépose des aiguilles transparentes biréfringentes qui sont des cristaux du composé $AgBr, 3AzH^3$. Pour la combinaison $AgBr.1,5AzH^3$, on a recours à la solution aqueuse de gaz ammoniac : on sature de bromure d'argent de l'ammoniaque moyennement concentrée, et l'on met le liquide sous une cloche avec de la chaux vive ou de la potasse caustique; on obtient alors de petites aiguilles cristallines du composé $AgBr.1,5AzH^3$; elles sont incolores et à l'air se décomposent très rapidement en reprenant la couleur jaune du bromure d'argent.

» III. Cette cristallisation dans l'eau ammoniacale s'explique en admettant que les bromures d'argent ammoniacaux se forment, se dissolvent et se dissocient dans l'eau de la même manière que je l'ai indiqué pour les chlorures. Une expérience simple le montre, d'ailleurs, aisément : la solution ammoniacale ordinaire du commerce est saturée sous une pression supérieure à celle qui représente, à la température ordinaire, la tension de dissociation du produit $AgBr.1,5AzH^3$; aussi le bromure d'argent mis au contact de cette solution prend-il la couleur blanche de ce dernier composé; mais, si l'on étend d'eau, dès que le liquide n'est plus saturé sous une pression suffisante, le bromure ammoniacal se décompose, rend à l'eau le gaz ammoniac qu'il lui avait pris et reprend la couleur jaune. On conçoit dès lors que la solution ammoniacale ordinaire tienne en dissolution et dépose à l'évaporation le produit $AgBr.1,5AzH^3$, pourvu, toutefois, que cette évaporation se fasse, non pas à l'air, mais dans une atmosphère d'ammoniac; le gaz ammoniac liquéfié, au contraire, ou des solutions ammoniacales très concentrées, doivent dissoudre et laisser déposer le composé $AgBr, 3AzH^3$.

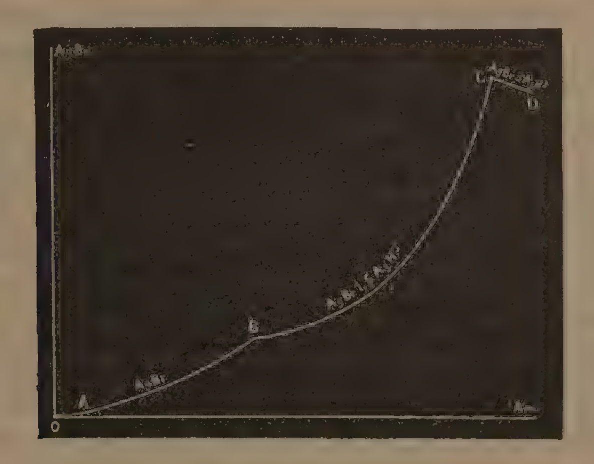
» IV. L'étude de la solubilité du bromure d'argent dans l'eau ammoniacale confirme cette manière de voir.

» On a fait dissoudre du bromure d'argent dans une série de solutions ammoniacales de concentrations différentes et maintenues à $0°$; le bromure d'argent et le gaz

ammoniac ont été dosés dans ces solutions, et le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats obtenus, rapportés à un volume constant de solution, 10^{cc} :

Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.
gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr
0,307...	8,0	1,151...	34,9	2,627...	106,7	3,722...	288,8
0,488...	9,6	1,532...	55,7	3,126...	156,8	3,770...	293,0
0,669...	17,2	1,809...	72,2	3,389...	198,7	3,926...	289,2
0,829...	21,2	1,953...	74,1	3,652...	266,9	3,995...	285,0

» Si, pour représenter graphiquement ces résultats, on porte en abscisses les poids d'ammoniac exprimés en centigrammes, et en ordonnées les poids de bromure d'argent exprimés en milligrammes, on obtient la courbe ABCD représentée dans la figure ci-contre. Cette courbe présente deux points de discontinuité B et C correspondant à des solutions saturées



sous des pressions respectivement égales aux tensions de dissociation 8^{cm} et $60^{cm},5$ des deux bromures ammoniacaux.

» On peut interpréter ces résultats de la façon suivante : tant que l'eau contient moins d'ammoniac qu'il n'en faut pour la saturer sous la pression de 8^{cm}, aucune des deux combinaisons ammoniacales ne saurait se former, c'est la solubilité du bromure AgBr que l'on observe (courbe AB); pour les solutions saturées sous des pressions comprises entre 8^{cm} et $60^{cm},5$, le bromure $AgBr.1,5AzH^3$ seul peut et doit exister, il se dissout en suivant une loi de solubilité différente de la précédente (courbe BC); enfin pour les solutions saturées sous des pressions supérieures à 60^{cm}, on observe une troisième loi de solubilité (courbe CD) correspondant au bromure $AgBr.3AzH^3$ qui se forme et se dissout dans ces conditions. Cette interprétation est bien d'accord avec les faits énoncés ci-dessus, à savoir que ce

sont les solutions ammoniacales moyennement concentrées (courbe BC) qu'il faut utiliser pour faire cristalliser le composé $AgBr.1,5AzH^3$, tandis que les solutions très concentrées, ou mieux le gaz ammoniac liquéfié, donnent des cristaux du composé $AgBr.3AzH^3$.

» En résumé, les deux bromures d'argent ammoniacaux que nous avons préparés se forment et se dissocient dans l'eau ammoniacale comme dans le vide; leur formation ou leur décomposition s'arrête quand l'eau est saturée sous une pression égale à leur tension de dissociation dans le vide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monoéthers phosphoriques.* Note de M. J. **Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1894 (¹), j'ai étudié l'acide monoéthylphosphorique $PO^4(C^2H^5)H^2$ au point de vue de son caractère acide. J'ai montré :

» 1° Que cet acide donne deux séries de sels : des sels neutres $PO^4(C^2H^5)M^2$ et des sels acides $PO^4(C^2H^5)MH$ parfaitement définis;

» 2° Que vis-à-vis des réactifs colorés méthylorange et phtaléine du phénol, il se comporte exactement comme l'acide phosphorique;

» 3° Que les chaleurs de neutralisation de l'acide monoéthylphosphorique par la soude, la potasse, l'ammoniaque et la baryte, le caractérisent comme un corps ayant deux fonctions acides distinctes, de valeur inégale, correspondant aux deux acidités les plus fortes de l'acide phosphorique.

» J'ai étudié depuis, de la même façon, les éthers méthylique et allylique. Ils se comportent comme l'éther éthylique. J'indiquerai ici seulement le résultat des expériences dont le détail paraîtra prochainement :

» 1° L'acide PO^4RH^2, formule dans laquelle R désigne l'un quelconque des trois radicaux CH^3 ou C^2H^5 ou C^3H^5, est un acide bibasique donnant des sels neutres PO^4RM^2 et des sels acides PO^4RMH (²).

» 2° Il est acide au méthylorange et à la phtaléine.

» L'addition d'une molécule alcaline produit la neutralité au méthylorange. Il faut ajouter une deuxième molécule pour produire la neutralité à la phtaléine.

» Les deux virages se font suffisamment bien pour permettre le titrage, aussi bien avec la baryte qu'avec la soude et la potasse.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 1275; juin 1894.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 69; 1895.

» Le virage au méthylorange est comparable comme netteté à celui que donne l'acide phosphorique; le virage à la phtaléine par la soude ou la potasse est meilleur que dans le cas de l'acide phosphorique qui donne un changement de teinte progressif.

» L'emploi simultané des deux réactifs colorés permet le titrage, par une seule opération, des acides PO^4RH^2 en présence d'acides monobasiques quelconques.

» Si l'éther acide se trouve en présence d'acide phosphorique, un simple titrage est insuffisant, puisque les deux corps se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs colorés. J'indiquerai ultérieurement un procédé purement volumétrique permettant de faire l'analyse d'un tel mélange.

» 3° J'ai déterminé les chaleurs de neutralisation des acides PO^4RH^2 en employant les concentrations habituelles.

» Les nombres obtenus sont rassemblés dans le Tableau suivant :

	$PO^4(CH^3)H^2$.	$PO^4(C^2H^5)H^2$.	$PO^4(C^3H^5)H^2$.
	Cal	Cal	Cal
1er NaOH..........	15,49	15,59	15,56
2e NaOH..........	14,11	13,80	14,00
1er KOH..........	15,85	15,73	
2e KOH..........	14,05	13,61	
1er AzH^3..........	14,36	14,44	14,24
2e AzH^3..........	12,36	12,03	12,57
1re $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.......	15,80	16,30	15,90
2e $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.......	14,10	13,88	14,00

» Les nombres placés sur une même ligne horizontale sont très voisins et les différences peu supérieures aux erreurs d'expérience. Les trois acides étudiés ont ainsi mêmes chaleurs de neutralisation.

» D'autre part, la première molécule alcaline dégage toujours plus de chaleur que la seconde, et ces dégagements de chaleur sont supérieurs à ceux que donne l'acide phosphorique. Donc, lorsque l'on remplace un atome d'hydrogène de l'acide phosphorique soit par un radical saturé (CH^3 ou C^2H^5), soit par un radical non saturé (C^3H^5), c'est l'acidité la plus faible qui disparaît; il reste deux fonctions acides de valeur inégale, dont les chaleurs de neutralisation sont indépendantes de la nature du radical substitué.

» Dans un Travail récent sur l'acide glycérophosphorique, MM. Imbert, Asdruc et Belugou [1] ont montré que, au point de vue de l'action sur les réactifs colorés et des chaleurs de neutralisation, l'acide glycérophosphorique se comporte comme l'acide monoéthylphosphorique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1039; décembre 1897.

» Les conclusions précédentes sont donc encore vraies lorsque le radical R introduit dans l'acide phosphorique est un radical complexe renfermant des oxhydryles.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de donner les résultats obtenus dans l'étude des diéthers PO^4R^2H. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites alcalins*. Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que l'action du sulfure d'antimoine sur le monosulfure de potassium permettait de préparer la série normale des sulfoantimonites.

» Poursuivant ces recherches, j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les monosulfures de sodium et d'ammonium.

» *Sulfoantimonites de sodium.* — *Sel normal :* SbS^3Na^3. — Le sulfure d'antimoine se dissout dans le sulfure de sodium. Une liqueur, renfermant $Sb^2S^3 + 3Na^2S$, évaporée dans le vide sec à la température ambiante, s'oxyde partiellement et donne une matière noire amorphe et deux espèces de cristaux incolores, parmi lesquels se trouve le sulfoantimonite normal SbS^3Na^3.

» On l'obtiendra pur en effectuant la dissolution du sulfure ainsi que la concentration et la filtration de la liqueur dans une atmosphère d'hydrogène. Par refroidissement, il se forme des aiguilles cristallines, agissant fortement sur la lumière polarisée. L'analyse conduit à la formule $SbS^3Na^3 + 9H^2O$.

» Chauffés dans un courant d'hydrogène, ces cristaux ne se déshydratent complètement qu'à une température supérieure à 150°; ils donnent ainsi une poudre rouge. Sous pression réduite, en présence d'acide sulfurique, la déshydratation n'est que partielle et en même temps il y a fixation d'oxygène.

» Ce corps, en effet, est très facilement oxydable. Sa dissolution jaune se transforme très rapidement à l'air en sulfoantimoniate qui cristallise en tétraèdres très caractéristiques. Il suffit de quelques heures pour que la transformation soit complète dans une liqueur un peu concentrée. Si l'on concentre la solution, soit dans le vide, soit à chaud, il se produit, en même temps que le sulfoantimoniate, une substance noire de composition $Sb^4S^9Na^6 = 2Sb^2S^3 + 3Na^2S$.

» *Métasulfoantimonite de sodium.* — Le pyrosulfoantimonite de potassium s'obtient en évaporant, à froid, une solution de sulfure de potassium saturée de sulfure d'antimoine.

» En opérant de même avec le sulfure de sodium, je n'ai pu éviter, pendant l'évaporation à froid dans le vide, l'oxydation de la liqueur, et j'ai obtenu uniquement des cristaux tétraédriques de sulfoantimoniate, sans trace de pyrosulfoantimonite.

» Concentrées à chaud, ces dissolutions se comportent comme celles de potassium :

il y a dédoublement en orthosulfoantimonite, qui reste dans la liqueur, et en métasulfoantimonite SbS^2Na, qui se précipite sous forme d'une poudre noire.

» Les dissolutions étendues, évaporées dans le vide, laissent déposer de petits cristaux rouges, en même temps que des cristaux tétraédriques, dont on les sépare facilement par lixiviation. Ces cristaux constituent un sulfoantimonite plus condensé $Sb^4S^7Na^2 + 2H^2O$, analogue à celui qu'avait obtenu M. Ditte, dans des conditions identiques, avec le sulfure de potassium $Sb^4S^7K^2 + 3H^2O$.

» *Sulfoantimonites d'ammonium.* — L'action du sulfure d'ammonium est différente de celle des sulfures de sodium et de potassium.

» Lorsqu'on traite à froid le sulfure d'antimoine par une dissolution concentrée de sulfure d'ammonium, en proportion telle que la composition du mélange soit

$$Sb^2S^3 + 3[AzH^4]^2S,$$

la dissolution n'est que partielle; le résidu se transforme rapidement en une masse volumineuse de petits cristaux jaune verdâtre.

» La dissolution qui surnage ces cristaux contient du *sulfoantimonite normal :* $SbS^3(AzH^4)^3$; il précipite par addition d'alcool en une poudre blanche cristalline, soluble dans l'eau, s'altérant facilement en dégageant du sulfure d'ammonium.

» Les cristaux jaunes constituent le métasulfoantimonite : SbS^2AzH^4, insoluble. On ne peut le dessécher sans qu'il s'altère : il se transforme, soit à l'air libre, soit par l'action de la chaleur, soit encore par un excès d'eau, en petits cristaux rouges de formule $Sb^4S^7[AzH^4]^2$. Ces derniers sont stables; ils se formeront seuls si, au lieu d'opérer la dissolution du sulfure d'antimoine à froid, on l'effectue à chaud, ou bien si l'on se sert d'une dissolution étendue de sulfure d'ammonium (moins de $0^{mol},15$ par litre).

» *En résumé,* les sulfoantimonites de sodium se forment dans des conditions semblables aux composés du potassium; ils en diffèrent par la facilité avec laquelle ils se transforment en sulfoantimoniates par oxydation.

» L'action du sulfure d'ammonium sur le sulfure d'antimoine est différente de celle des deux autres sulfures alcalins.

» Les dissolutions étendues, seules, se comportent d'une manière analogue; elles donnent toutes un composé stable, de formule $Sb^4S^7M^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes.* Note de M. G. **Denigès**.

« J'ai montré, dans ma précédente Note, que le butylène donnait, avec l'azotate de mercure, une combinaison jaune orangé, insoluble dans l'eau, qui permettait de déceler de très faibles quantités de ce carbure.

» Cette réaction paraît spéciale au butylène; par contre, en prenant

comme réactif le sulfate mercurique, en solution acide, on peut obtenir des composés des carbures éthéniques et de sulfate de mercure répondant à la formule générale

$$(SO^4 Hg.HgO)^3 R'' = \left(SO^4 \langle {}^{Hg}_{Hg} \rangle O\right)^3 R'',$$

dans laquelle R″ représente un carbure éthénique ([1]).

» Ces composés, de couleur jaune, se dissolvent aisément dans l'acide chlorhydrique, surtout à chaud : la dissolution s'accompagne d'effervescence quand le carbure combiné au mercure est volatil à la température où l'on opère. Pour les obtenir, il suffit de mettre en contact à froid, ou mieux à chaud, l'hydrocarbure considéré avec le réactif mercurique préparé avec :

Oxyde mercurique	500gr
Acide sulfurique	200cc
Eau distillée	1000cc

Le précipité formé est séparé par décantation du liquide surnageant, filtré, puis desséché sur des plaques poreuses.

» D'ailleurs, l'étude de quelques cas particuliers, effectuée sur les carbures éthéniques les plus importants ou les plus connus, fixera mieux sur le manuel opératoire à suivre, dans le cas général.

» *Combinaison du pental avec le sulfate mercurique.* — Je prendrai comme exemple des combinaisons amyléniques celle que donne le triméthyléthylène, l'un des cinq carbures éthéniques de la condensation C^5, connu en médecine sous le nom de *pental* et employé comme anesthésique depuis les recherches de Von Mering.

» 200cc de sulfate acide de mercure sont additionnés, à froid, de 1cc de pental. Au bout de quelques secondes, il se forme un trouble jaune qui va en augmentant et fait place, bientôt, à un précipité cohérent composé de granulations jaunes. Au bout de dix à quinze minutes, au plus, on filtre, on lave et l'on étale sur des plaques poreuses.

» Si l'on attendait trop longtemps avant de filtrer, il pourrait y avoir formation de sulfate mercureux, par réduction d'une partie du sulfate mercurique sous l'influence du pental.

» A chaud, cette dernière transformation se produit assez vite pour qu'il y ait avantage à opérer à froid.

([1]) Il convient de faire remarquer que le premier terme de la série, l'éthylène, ne donne pas de combinaisons de cet ordre, au moins à la pression ordinaire.

» La substance ainsi obtenue a fourni à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^5H^{10}$.
Hg pour 100.........	75,06	74,72
SO^4H^2 »	18,18	18,31
C »	3,38	3,73
H »	0,69	0,62

» L'acide chlorhydrique la dissout en libérant le carbure.

» *Combinaisons des butylènes avec le sulfate mercurique.* — Les trois butylènes prévus par la théorie et connus entrent facilement en combinaison avec le sulfate mercurique. J'étudierai particulièrement le composé fourni par le diméthyléthylène dissymétrique, le plus important des trois, à cause de ses rapports avec le triméthylcarbinol.

» En faisant passer un courant de ce butylène dans le réactif mercurique chaud, il se forme une substance jaune, répondant à la formule

$$\left(SO^4\begin{matrix}\diagup Hg \diagdown \\ \diagdown Hg \diagup\end{matrix}O\right)^3.C^4H^8,$$

ainsi que le prouve l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^4H^8$.
Hg pour 100.........	75,40	75,38
SO^4H^2 »	18,42	18,48
C »	2,97	3,01
H »	0,54	0,50

» Ce produit se dissout avec effervescence dans l'acide chlorhydrique en dégageant du butylène, qu'on peut reconnaître par la propriété qu'il a de précipiter l'azotate ou le sulfate mercurique chauds.

» Il est plus stable à l'ébullition que le composé obtenu avec le pental.

» *Combinaison du propylène avec le sulfate mercurique.* — Lorsqu'on fait traverser du sulfate de mercure acide, maintenu à 80°-85°, par un courant de gaz propylène, il se forme au bout de quelques instants un précipité jaune, de composition analogue à celle des combinaisons mercurico-éthéniques précédemment étudiées, mais beaucoup plus instable qu'elles, ce qui le rend très difficile à obtenir à l'état de pureté. Maintenu, en effet, pendant quelques minutes dans son eau-mère, surtout vers 90°-100°, il se transforme vite, par un phénomène d'oxydation et de réduction simultanées, en SO^4Hg^2 blanc et cristallin et en aldéhyde non saturée correspondante, l'acroléine, dont les vapeurs irritantes sont si reconnaissables.

» Je me propose d'examiner ultérieurement si les composés mercuriques homologues fournissent une réaction du même ordre.

» Dans un prochain travail, j'indiquerai l'application qu'on peut faire des résultats qui viennent d'être développés à la diagnose des alcools tertiaires et à la recherche des carbures polyéthyléniques dans l'éther commercial. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé.* Note de M. **Amand Valeur.**

« On sait qu'il existe deux quinones isomériques correspondant au naphtalène : l'α-naphtoquinone, odorante, volatile avec la vapeur d'eau et qui est considérée comme une quinone vraie, et la β-naphtoquinone, inodore, non volatile et qu'on regarde généralement comme une dicétone d'un type spécial. A côté de cette dernière viennent se ranger quelques composés qui dérivent de carbures d'hydrogène à poids moléculaire plus élevé, comme l'anthraquinone, la phénanthrènequinone, la rétènequinone, etc.

» Dans le but d'établir en quoi ils diffèrent, au point de vue thermochimique, des quinones vraies, j'ai été amené à déterminer leurs chaleurs de formation.

» *α-naphtoquinone* $C^6H^4\begin{matrix} \diagup CO \diagdown CH \\ \| \\ \diagdown CO \diagup CH \end{matrix}$. — Cette substance a été préparée en oxydant par le mélange chromique le chlorhydrate d'α-amido-α-naphtol; après deux cristallisations dans l'alcool, elle fondait à 125°. La combustion dégage par gramme :

$$6983^{cal},9, \quad 6989^{cal},5, \quad 6978^{cal},8; \quad \text{moyenne} = 6984^{cal},0.$$

» Pour une molécule $C^{10}H^6O^2 = 158$, on a :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant........	1103,4
	à pression constante........	1103,7
Chaleur de formation par les éléments.............		+46,8

» β-*naphtoquinone* $C^6H^4\begin{matrix} \diagup CO \diagdown CO \\ | \\ \diagdown CH = CH \end{matrix}$. — Ce composé a été obtenu en oxydant à 0° le sulfate d'α-amido-β-naphtol, et purifié par cristallisation dans l'éther; il se décompose à 114°-120°. Deux combustions ont été faites qui ont donné pour 1^{gr} :

$$7027^{cal},2 \quad \text{et} \quad 7023^{cal},8; \quad \text{soit } 7025^{cal},5 \text{ en moyenne.}$$

Ces nombres donnent, rapportés à la molécule :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1110,0
	à pression constante.....	1111,3
Chaleur de formation par les éléments...........		+ 39,7

» La chaleur de formation de l'α-naphtoquinone est donc plus élevée que celle de son isomère; cela s'accorde bien avec ce fait que, dans l'oxydation du napthalène par l'acide chromique, il se produit la quinone α à l'exclusion de la β-naphtoquinone.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 872), j'ai montré que, entre les chaleurs de formation d'une quinone et du phénol ayant le même nombre d'atomes de carbone, il y avait une différence constante de 6^{Cal} environ, exception faite pour les premiers termes. Cette observation m'a engagé à déterminer les chaleurs de formation des naphtols.

» *α-naphtol.* — Le produit commercial a été purifié par cristallisation dans le benzène bouillant; il fondait à 95°. La combustion de 1^{gr} dégage

$8241^{cal},0$, $8254^{cal},8$ $8242^{cal},5$; soit, en moyenne, $8247^{cal},7$.

Ces chiffres, rapportés à la molécule $C^{10}H^8O = 144$, donnent :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1187,6
	à pression constante.....	1188,5
Chaleur de formation..........		+ 30,5

» β-*naphtol.* — Après cristallisation dans le benzène chaud, ce produit fondait à 122°. La combustion dégage par gramme :

$8261^{cal},7$, $8263^{cal},2$, $8254^{cal},2$; moyenne : $8259^{cal},8$,

soit, pour une molécule $C^{10}H^8O = 144$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.......	1189,4
	à pression constante.....	1190,3
Chaleur de formation à partir des éléments........		+ 28,7

» On voit, d'après ces déterminations, que, pas plus que l'isomérie ortho, méta, para, dans la série benzénique, l'isomérie α-β n'entraîne de variations notables dans les chaleurs de formation. D'autre part, la formation des naphtols, à partir du naphtalène, est plus exothermique ($53^{Cal},8$ pour l'α et $51^{Cal},5$ pour le β) que celle du phénol à partir du benzène ($40^{Cal},8$). Enfin, si l'on compare l'α-naphtoquinone et l'α-naphtol, au point de vue de leur chaleur de formation, on trouve :

α-naphtoquinone..............	$46^{Cal},3$	Différence : $15^{Cal},8$
α-naphtol......................	$30^{Cal},5$	

Ce chiffre est notablement différent de 6^{Cal}; de même la quinone ordinaire et le phénol donnent

Quinone	47^{Cal}	Différence : $10^{Cal},2$
Phénol	$36^{Cal},8$	

La relation signalée plus haut n'existe donc pas non plus pour l'α-naphtoquinone.

» *Anthraquinone* $C^6H^4\langle{CO \atop CO}\rangle C^6H^4$. — Le produit sur lequel j'ai opéré était en belles aiguilles sublimées, fusibles à 281°. La combustion de 1^{gr} dégage :

$$7431^{cal},0,\quad 7442^{cal},9,\quad 7452^{cal},8;\quad \text{moyenne} : 7442^{cal},2,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1547,9
	à pression constante	1548,5
Formation par les éléments		+ 47,7

» *Phénanthrènequinone* $\begin{matrix} C^6H^4-CO \\ | \quad\ \ | \\ C^6H^4-CO \end{matrix}$. — Cette quinone a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'acide acétique bouillant; elle fondait à 196°. Trois combustions en ont faites qui ont donné pour 1^{gr} :

$$7444^{cal},4,\quad 7444^{cal},9,\quad 7430^{cal},0;\quad \text{moyenne} = 7439^{cal},7,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1547,4
	à pression constante	1548,0
Chaleur de formation à partir des éléments		+ 48,2

» *Rétènequinone* $\begin{matrix} (CH^3)^2-CH-C^6H^3-CO \\ | \quad\ \ | \\ C^6H^4-CO \end{matrix}$. — Ce composé, après plusieurs cristallisations dans l'acide acétique, fondait à 197°.

» Sa combustion a donné les nombres suivants rapportés à 1^{gr} de substance :

$$8174^{cal},0,\quad 8161^{cal},4,\quad 8169^{cal},0;\quad \text{moyenne} = 8168^{cal},1.$$

» Pour une molécule $C^{18}H^{16}O^2$, on en déduit :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	2156,4
	à pression constante	2158,0
Chaleur de formation		+ 91,4

» La connaissance des chaleurs de formation ne permet pas d'apporter un argument pour ou contre la constitution dicétonique des quinones. En effet, les dicétones dérivent des carbures saturés par fixation de O^2 et élimination de $2H^2O$; au contraire, la production des quinones en partant des carbures aromatiques se fait avec fixation de O^2 et élimination de H^2O.

Les seuls composés qui soient, à ce point de vue, comparables aux quinones sont les acides. Or la chaleur de formation des acides à partir des hydrocarbures ne varie pas sensiblement avec le poids moléculaire et oscille entre 90^{Cal} et 100^{Cal}. Dans le cas des quinones, au contraire, cette valeur est plus élevée et s'accroît d'ailleurs notablement avec le poids moléculaire, comme le montrent les chiffres suivants qui représentent la chaleur de formation des quinones à partir des hydrocarbures correspondants : quinone ordinaire $+120^{Cal},1$, toluquinone $+118^{Cal},5$, thymoquinone $+137^{Cal},9$, α-naphtoquinone $+138^{Cal},1$, β-naphtoquinone $+131^{Cal},5$, anthraquinone $+159^{Cal},1$, phénanthrènequinone $+152^{Cal},4$, rétènequinone $+167^{Cal},2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique.* Note de M. G. **Belugou**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 13 décembre 1897, j'ai montré, en collaboration avec M. H. Imbert, que l'acide glycérophosphorique se conduisait thermochimiquement comme l'acide phosphorique. J'ai poursuivi cette étude sur l'acide éthylphosphorique purifié par un procédé que j'indiquerai plus tard et qui m'a permis d'obtenir une solution sensiblement pure. J'ai opéré sur une liqueur étendue, telle que $PO^4(C^2H^5)H^2$ fût en dissolution dans 6^{lit} d'eau, conditions identiques à celles dans lesquelles se sont placés MM. Berthelot et Louguinine pour l'acide phosphorique.

» En faisant agir successivement une première, une deuxième, enfin une troisième molécule de potasse, j'ai obtenu les chaleurs de neutralisation suivantes :

$PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol. $= 6^{lit}$) KOH (1 mol. $= 2^{lit}$)

	Cal
$PO^4(C^2H^5)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + H^2O	+ 15,5
$PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + H^2O	+ 13,8
$PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + KOH diss.	+ 2,8

» Avec l'acide glycérophosphorique et la potasse nous avions eu dans les mêmes conditions :

	Cal
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + H^2O	+ 15,4
$PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + H^2O	+ 13,9
$PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + KOH diss.	+ 0,4

» Or l'acide phosphorique donne :

	Cal
PO^4H^3 diss. + KOH diss. = PO^4KH^2 diss. + H^2O	+ 15,9
PO^4KH^2 diss. + KOH diss. = PO^4K^2H diss. + H^2O	+ 11,1
PO^4K^2H diss. + KOH diss. = PO^4K^3 diss. + H^2O	+ 6,6

» Ces expériences confirment ce qui avait été annoncé précédemment. Dans l'acide monoéthylphosphorique la fonction alcool seule a disparu, les fonctions acide fort et acide faible restant comparables à celles de l'acide glycérophosphorique. La quantité de chaleur dégagée par la troisième molécule de potasse est seule notablement supérieure.

» Ce fait pourrait tenir à ce que l'éther acide contenait un peu d'acide phosphorique libre, ce qui paraît infirmé par les résultats obtenus avec la première et la deuxième molécule d'alcali, mais il pourrait indiquer aussi que l'acide monoéthylphosphorique ou mieux le monoéthylphosphate dipotassique se saponifie partiellement en présence d'un excès d'alcali.

» MM. H. Imbert et Astruc ont indiqué, d'autre part (*Comptes rendus*, 13 décembre 1897), que l'acide glycérophosphorique est monobasique à l'hélianthine A et bibasique à la phtaléine. Je me suis assuré que l'acide monoéthylphosphorique se conduit d'une façon identique vis-à-vis de ces deux réactifs et peut être dosé volumétriquement en tenant compte de ce que, avec le premier, à une molécule d'alcali correspond une molécule d'acide, avec le second, une molécule d'acide exige deux molécules d'alcali.

» Je conclus donc de ce travail préliminaire que :

» 1° L'éthérification de l'acide phosphorique par une molécule d'alcool éthylique se fait aux dépens de la fonction alcool laissant persister les deux fonctions acide fort et acide faible;

» 2° La quantité de chaleur dégagée par la deuxième molécule d'alcali agissant sur les éthers acides est plus grande que celle produite par l'acide phosphorique dans les mêmes conditions; il semble donc que les mono-éthers-phosphates dipotassiques sont moins facilement dissociables en solution aqueuse que les phosphates correspondants;

» 3° Les oxhydryles de la glycérine, persistant dans l'acide glycérophosphorique, n'influencent pas les deux fonctions acides;

» 4° L'acide éthylphosphorique se comporte, vis-à-vis de l'hélianthine et de la phtaléine, comme les acides phosphorique et glycérophosphorique et peut, par suite, être dosé volumétriquement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentane-dioïque-1.5.* Note de M. **F.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel (¹).

« J'ai montré que les olides 1.4 à fonction olidique créée sur un atome de carbone tertiaire, chauffées avec le cyanure de potassium, donnent naissance, par suite d'une transposition moléculaire, à des acides nitriles de la série succinique. Pour arriver à la synthèse de l'acide 2.2-diméthyl-pentanedioïque-1.5, le problème revenait donc à partir d'une olide à fonction primaire, telle que la suivante

$$(1) \qquad \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} \begin{array}{l} C \;-\; CO \\ | \\ CH^2 - CH^2 \end{array} \!\!\!\! \rangle O.$$

D'après un travail de MM. Fr. Fichter et A. Herbrand (*D. ch. G.*, t. XXIX, p. 1192), l'anhydride pyrotartrique, réduit en liqueur acide par l'amalgame de sodium, fournit l'olide

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH \;-\; CO \\ \qquad\;\; | \\ \qquad CH^2 - CH^2 \end{array} \!\!\!\! \rangle O.$$

Je pouvais donc espérer obtenir la diméthyl-2.2-butanolide-1.4 par réduction de l'anhydride diméthylsuccinique dissymétrique, J'ai obtenu en effet une olide; mais celle-ci répond certainement à la constitution

$$(2) \qquad \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} \begin{array}{l} C - CH^2 \\ | \\ CH^2 - CO \end{array} \!\!\!\! \rangle O,$$

car, chauffée avec le cyanure de potassium, elle fournit exclusivement un nitrile acide correspondant à l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5

$$\begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} \begin{array}{l} C - CO \\ | \\ CH^2 - CO \end{array} \!\!\!\! \rangle O + KCAz = \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} \begin{array}{l} C - CH^2 - CAz \\ | \\ CH^2 - COOK. \end{array}$$

(¹) Travail fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Paris.

» La réduction porte donc, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, sur le carbonyle dérivé du carboxyle le moins acide.

» Il est bien vraisemblable que l'anhydride pyrotartrique doit se comporter de même. MM. Fichter et Herbrand ont établi la constitution de l'olide qu'ils ont obtenue en la réduisant par l'acide iodhydrique, ce qui, d'après ces auteurs, fournit l'acide méthyléthylacétique. Dans le cas où l'olide répondrait à la constitution

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{|}{CH} - CH^2 \\ \phantom{CH^3 - {}} CH^2 - CO \end{array} \!\!\! > O,$$

on devrait obtenir l'acide isovalérique. Or l'identification de ces deux acides est extrêmement délicate; ils ne peuvent guère être distingués qu'au nombre de molécules d'eau que renferment leurs sels de calcium. Les auteurs ont bien préparé le sel calcique de l'acide qu'ils ont obtenu, mais les résultats analytiques qu'ils donnent ne portent que sur la quantité de base renfermée dans le sel anhydre.

» Je me propose de vérifier la constitution de l'olide obtenue en la chauffant avec le cyanure de potassium; l'hydratation de l'acide nitrile formé donnera, soit l'acide 2-méthylpentanedioïque-1.5, soit l'acide 3-méthylpentanedioïque-1.5, qui sont faciles à différencier.

» *Partie expérimentale.* — La réduction de l'anhydride diméthylsuccinique a été effectuée suivant les indications de MM. Fichter et Herbrand, mais le rendement obtenu n'a jamais dépassé 12 pour 100. L'olide constitue un liquide incolore, à odeur douce, bouillant à 207°-210°.

» On place dans un tube qu'on scelle ensuite 12^{gr} de cette olide et 8^{gr} de cyanure de potassium bien sec et finement pulvérisé. On chauffe à 275°-280° pendant cinq heures au bain de nitrates. A l'ouverture du tube, on ne constate pas de pression; on redissout le contenu du tube dans l'eau et l'on épuise trois fois à l'éther pour éliminer l'olide qui n'a pas réagi. On sature alors la liqueur d'acide chlorhydrique en la laissant s'échauffer. Quand le gaz se dégage abondamment, on ajoute un peu de noir animal et l'on évapore à sec. Le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Dans la solution éthérée se déposent bientôt de longues aiguilles; on distille la majeure partie de l'éther, on essore et on lave les cristaux avec un peu d'éther. Ces cristaux constituent l'amide acide $\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array} \!\! > \underset{CH^2 - CO^2H.}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CO - AzH^2$. Cette amide se présente en aiguilles blanches, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et le benzène et fusibles à 146°. Elle distille à 268° sans perdre d'eau. On peut enfin la chauffer au bain-marie pendant plusieurs heures avec de l'acide chlorhydrique concentré sans lui faire subir la moindre hydratation. Par contre, elle est facilement hydratée avec déga-

gement de gaz ammoniac par les alcalis en solution aqueuse. Cette hydratation fournit l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5 déjà obtenu par MM. Goodwin et Perkin (*Chem. Soc.*, p. 64; 1894) et par M. Auwers (*D. ch. G.*, t. XXVIII, p. 1130). Cet acide fond à 101°-102°.

» Chauffé avec l'anhydride acétique, il fournit un anhydride qu'on peut faire cristalliser facilement dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, et qui fond à 124°. Cet anhydride, traité par l'aniline, donne un acide phénylamidé fusible à 134°.

» J'ai cherché, d'autre part, si la réaction n'avait pas donné naissance à un autre acide.

» Pour cela, l'éther-mère de l'amide acide a été évaporé et le résidu hydraté par la potasse en solution aqueuse. On acidule ensuite par l'acide chlorhydrique et l'on évapore à sec; le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Ce solvant abandonne une huile qu'on chauffe avec du chlorure d'acétyle pour transformer l'acide en anhydride. On distille ensuite, et la totalité du produit passe entre 268° et 275°. L'anhydride distillé cristallise en masse; on le redissout dans un peu de benzène et on le transforme en dérivé phénylamidé qu'on soumet à des cristallisations fractionnées.

» Cette opération ne m'a fourni qu'un seul acide phénylamidé, fusible à 134°, et qui correspond, par conséquent, à l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5. Cet acide s'est donc formé seul dans la réaction et l'olide dont il dérive est un corps unique possédant la constitution que je lui ai attribuée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse spectrale des composés non conducteurs par les sels fondus.* Note de M. A. de Gramont, présentée par M. Friedel.

« Les silicates naturels, réduits en poudre fine et dissous dans une perle de carbonate alcalin fondu, d'où jaillit l'étincelle dirruptive d'un condensateur chargé par une bobine d'induction, m'ont donné (1) au spectroscope les principales raies du silicium. La plupart des éléments constituants ou accessoires des silicates manifestent aussi leur présence de la même manière. J'ai donc été amené à rechercher dans ce procédé une méthode généralement applicable aux minéraux non conducteurs qui échappent à l'analyse spectrale directe déjà exposée ici (2). L'apparition continue et

(1) *Comptes rendus,* 25 janvier 1897.
(2) *Comptes rendus,* 8 juillet 1895.

très vive des spectres de lignes des composants du minéral étudié fait rentrer celui-ci dans les conditions d'examen des sels fondus dont j'ai précédemment donné les spectres de dissociation. Non seulement les silicates, mais aussi les sulfates, sulfures, fluorures, carbonates, oxydes et, en dehors des minéraux, les précipités insolubles et non conducteurs successivement obtenus dans les séparations analytiques de la voie humide, donnent des résultats satisfaisants par cette méthode d'investigation. Comme pour toute réaction spectrale, la sensibilité de diagnostic diffère notablement d'un corps simple à l'autre; elle dépasse, pour la plupart, celle du chalumeau ou de la voie humide.

» Le procédé n'exige qu'une faible quantité de matière, finement pulvérisée dans un mortier d'agate et intimement mélangée avec le sel destiné à la désagréger et à la dissoudre. Un peu de ce mélange est mis en fusion dans une flamme, sur l'extrémité aplatie d'un gros fil de platine formant la branche inférieure du dispositif que j'ai appelé *en* V *couché,* et où le sommet de l'angle aigu est le point de jaillissement de l'étincelle, amenée sur la couche fondue par le rapprochement des deux branches, reliées respectivement aux pôles de la batterie de jarres et de la bobine.

» Le sel fondu employé comme dissolvant igné du minéral a été de préférence le carbonate de lithium, à cause de la simplicité de son spectre, de sa facile fusibilité et de sa rapidité à dissoudre les silicates. Le carbonate de sodium donne de bons résultats, mais il est moins fusible et le maximum d'intensité des spectres obtenus par son attaque est notablement plus lent à se manifester qu'avec Li^2CO^3. Les deux sels ont été employés concurremment dans la plupart des essais, et la supériorité de puissance dissolvante du sel de lithium, à température relativement basse, m'a paru en conseiller l'emploi, dans toute analyse de silicate par désagrégation ignée.

» Le petit nombre de raies du carbone, dont j'ai déjà signalé la présence et les conditions d'apparition dans les carbonates [1], est, dans la pratique, réduit à deux : (657,8) dans le rouge et (426,7) dans l'indigo. Le spectre du dissolvant présente donc très peu de raies; au lieu de gêner l'observation, elles servent à repérer celles dont on constate la présence pour en rechercher l'origine.

» Ce procédé offre un autre avantage : l'absence du spectre de l'air (trait de feu), qui se manifeste seulement après la volatilisation du sel fondu, ou lorsque la flamme cesse d'envelopper celui-ci.

» L'emploi d'autres sels fondus a été essayé. L'acide borique et les borates m'ont

---

[1] *Comptes rendus,* 29 juillet 1897.

paru très mauvais conducteurs, soit fondus, soit à l'état de vapeurs; l'étincelle s'y fraye difficilement passage en donnant le spectre du platine des fils et celui de l'air. Les lignes du bore ne peuvent d'ailleurs être obtenues que dans des conditions toutes spéciales surtout au point de vue de la puissance de l'étincelle employée. Il n'y a donc lieu ni de se servir des sels du bore comme dissolvant spectral des corps, ni de rechercher le bore par son spectre de dissociation; il faut au contraire avoir recours aux bandes vertes bien connues qu'il donne dans la flamme.

» On peut, en revanche, faire usage des bisulfates alcalins pour la recherche des métaux, mais sans dépasser une faible condensation insuffisante pour amener les raies du soufre, ou pour l'étude des parties plus réfrangibles du spectre où le soufre ne se manifeste pas.

» La source de chaleur à employer peut varier avec le sel; pour Li^2CO^3 une simple lampe à alcool suffit; mais, avec les autres carbonates ou bisulfates, il y a lieu de recourir au brûleur de Bunsen ou à l'éolipyle à pétrole.

» L'ensemble du dispositif expérimental et le mode d'observation sont ceux dont j'ai jusqu'ici fait usage pour l'étude des sels fondus. La condensation seule a varié; elle a été réduite à une jarre pour la recherche des métaux seulement, sans faire apparaître les raies des métalloïdes. Si l'on craint la formation de composés métalliques réductibles et pouvant attaquer le platine, on remplacera la spatule inférieure par un morceau de graphite de Sibérie bien pur, creusé en coupelle pour contenir la goutte du mélange fondu, et maintenu dans la flamme par une pince à bouts de platine (¹). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale.* Note de M. E. de Cyon.

« Mes recherches sur les corps thyroïdes, en établissant leur rôle d'organes destinés à protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang (²), m'avaient forcément amené à étudier les fonctions de l'hypophyse cérébrale. Dans l'exposé détaillé de ces recherches, je m'exprimais ainsi sur les fonctions probables de l'hypophyse : « Parmi les appareils qui

---

(¹) Dans une prochaine Communication je me propose de résumer mes observations sur la recherche des différents corps simples par la méthode que je viens d'exposer.

(²) *Comptes rendus*, 13 septembre 1897.

» permettent au cerveau d'invoquer l'intervention protectrice des thy-
» roïdes, l'hypophyse doit occuper la première place [1]. »

» Des expériences exécutées dans cet ordre d'idées ont pleinement confirmé mes prévisions et m'ont permis de déterminer d'une manière précise plusieurs fonctions de l'hypophyse.

» Ces expériences consistaient en injections intra-veineuses des extraits aqueux de l'hypophyse, préalablement séchée et pulvérisée; en excitations électriques ou mécaniques de cet organe; enfin en son extirpation. Ces opérations, accompagnées de l'observation de la pression sanguine, ainsi que du fonctionnement des nerfs du cœur, avaient donné des résultats parfaitement concordants, dont voici un bref résumé.

» I. Enfermée dans une cavité à parois rigides, située elle-même dans l'endroit le plus abrité de la boîte cranienne, se trouvant par l'*infundibulum* en communication avec le troisième ventricule du cerveau, abondamment dotée de vaisseaux sanguins et, en outre, entourée par de puissants sinus veineux, l'hypophyse est particulièrement apte à être impressionnée par les fluctuations de pression soit du liquide cérébro-spinal, soit du sang. En effet, *toute pression, même légère, exercée sur l'hypophyse, se manifeste immédiatement par une brusque variation de la pression sanguine et par un ralentissement notable des battements du cœur, dont la force est en même temps considérablement augmentée*. L'excitation électrique de l'hypophyse, même par des courants excessivement faibles, produit exactement les mêmes phénomènes que la pression mécanique, mais d'une manière bien plus intense.

» A l'occasion de ces expériences, j'ai pu constater que le ralentissement des pulsations que provoque toute augmentation des résistances dans les voies circulatoires, et qu'on attribuait jusqu'à présent à une excitation *directe* des terminaisons de nerfs pneumogastriques dans la moelle allongée, n'est dû en réalité qu'à une excitation *réflexe* de ces terminaisons, qui a son origine dans l'hypophyse : *c'est l'excitation de cette dernière qui, par l'augmentation de la pression, amène le ralentissement des battements du cœur*. En effet, il suffit d'extirper l'hypophyse pour que l'occlusion de l'aorte abdominale ne puisse plus provoquer de ralentissement des pulsations.

» La destination physiologique de cette faculté de l'hypophyse, de

---

(1) *Beiträge zur Physiologie der Schilddrüse und des Herzens* (*Archives de Physiologie de Pflüger*, Vol. 70, p. 212).

répondre à toute pression par une excitation des pneumogastriques et par une modification de la tension des petits vaisseaux, est facile à établir à l'aide de mes recherches antérieures sur les corps thyroïdes. Ces recherches ont, en effet, démontré que, sous l'influence de l'excitation des pneumogastriques, *la vitesse de la circulation veineuse dans les thyroïdes peut s'accroître jusqu'au quadruple de la vitesse normale* (1). *Toute pression sur l'hypophyse fait, par conséquent, entrer en jeu les mécanismes par lesquels les corps thyroïdes débarrassent le cerveau d'un dangereux afflux de sang.* L'hypophyse dirige ces mécanismes, un peu comme les appareils électriques d'une gare déclenchent le système des blocs sur les lignes des chemins de fer.

» II. En dehors de ce rôle purement *mécanique*, l'hypophyse joue encore un rôle *chimique*.

» Comme la glande thyroïde, elle produit une substance destinée à faciliter la tâche de son mécanisme automatique. En effet, *les extraits de l'hypophyse injectés dans les veines d'un animal produisent, sur le cœur et sur la pression sanguine, des effets identiques à ceux que provoquent les excitations électriques ou mécaniques de cet organe*. L'iodothyrine est, comme je l'ai démontré antérieurement, l'agent chimique principal des corps thyroïdes. *La substance active de l'hypophyse est une combinaison organique de phosphore*, que je propose de désigner sous le nom de *hypophysine ou phosphoro-hypophysine*. Sur les pneumogastriques, cette substance exerce une action analogue à celle de l'iodothyrine. Sur le système vasomoteur, son action diffère de celle de l'iodothyrine, autant que l'exige d'ailleurs la différence entre la position anatomique de l'hypophyse à l'*intérieur* de la boîte cranienne et celle des thyroïdes à l'*entrée* et *en dehors* du crâne.

» Les résultats de mes recherches sur l'hypophyse, que je viens de résumer, permettent d'expliquer la manière dont cet organe peut suppléer à l'absence des corps thyroïdes, ou à leur mise hors d'état de fonctionner régulièrement. D'une part, l'action de l'hypophysine sur les nerfs du cœur remplace celle de l'iodothyrine ; tandis que, de l'autre, l'action directe de l'hypophyse sur les pneumogastriques et sur le système sympathique provoque encore des modifications assez notables dans la circulation sanguine pour pouvoir, à défaut de thyroïdes, protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang. L'hypertrophie de l'hypophyse, constante chez certains animaux, par exemple, chez les lapins, après l'extirpation

(1) *Loc. cit.*, Chap. IV.

des thyroïdes, indique clairement le surcroît de travail que cette opération lui impose. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène.* Note de MM. Sabrazès et Brengues, présentée par M. Bouchard ([1]).

« L'inoculation sur l'épiderme de l'homme d'un champignon morphologiquement tricophytique, extrait d'un sycosis parasitaire profond de la barbe, observé dans le service de M. le professeur Lannelongue, a déterminé l'apparition d'une plaque suppurative, parsemée de *godets* jaune soufre de petites dimensions, ayant les caractères objectifs et *microscopiques* des godets faviques. Les rétrocultures ont fourni le champignon inoculé qui paraît se confondre avec le Tricophyton pyogène du cheval, bien connu depuis les travaux de M. Sabourand.

» Ce même champignon, inoculé à deux souris, a produit des godets faviques, ainsi que le démontrent l'*aspect objectif*, l'*étude microscopique* et les *rétrocultures*.

» Ces godets sont moins envahissants que ceux qui résultent de l'inoculation des champignons du favus humain et du favus du chien. Chez l'homme, ils sont rapidement masqués par le processus suppuratif inhérent à la vie du parasite dans l'épiderme et dans le follicule pileux; chez l'animal, ils se détachent à la longue, laissant à nu des exulcérations suintantes et dépilées des téguments et n'entraînent pas la mort.

» Ces constatations prouvent, à notre avis, qu'il faut, entre les Tricophytons et les Achorions, faire tomber les barrières trop absolues que la plupart des travaux antérieurs avaient édifiées. Du reste, l'étude morphologique et biologique de plusieurs champignons faviques d'origine animale (poule, chien, chat, souris), poursuivie depuis plusieurs années, en collaboration avec M. Costantin, par M. Sabrazès, aboutit à cette même conclusion.

» Ces faits viennent encore à l'appui de l'opinion que l'un de nous a contribué à fonder, à savoir : la pluralité des champignons susceptibles de végéter, sous la forme de godets de spore mycélienne et d'une malignité variable, dans l'épaisseur du revêtement cutané de l'homme et de la souris.

([1]) Travail du laboratoire des cliniques de la Faculté de Bordeaux.

» Nous dirons, en terminant, que c'est la première fois qu'un champignon réputé tricophytique est reconnu pathogène pour la souris. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les parasites du cancer et du sarcome* (*coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif*). Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une précédente Note, nous avons étudié la morphologie et la répartition, dans le cancer et le sarcome, de parasites constants dont nous avons décrit cinq types principaux.

» Ces éléments présentent des *réactions colorantes*, une *structure* et des *modes de reproduction*, qui constituent autant de preuves nouvelles et de plus en plus importantes de leur nature parasitaire.

» 1° *Coloration*. — Déjà, dans un simple examen microscopique direct, sans coloration, de matière cancéreuse fraîche, on peut distinguer les parasites des éléments cellulaires. Mais la coloration convenable des produits cancéreux *frais* donne des élections extrêmement remarquables, qui mettent les parasites en relief et permettent de les étudier *tels qu'ils sont en réalité, en dehors de toute altération*.

» L'examen de coupes histologiques colorées n'est pas, à lui seul, une base suffisamment sûre; mais, s'il vient s'ajouter à l'examen des tissus frais, cette étude comparative permet d'avoir les renseignements les plus précis sur la forme, les rapports, la structure et le développement des parasites. Les colorations par le picro-carmin, l'hématéine, la safranine, l'hématéine-fuchsine acide orange, le biondi, l'erlich dilué, la safranine-induline, la fuchsine acide bleu de Roux, etc., montrent que *chaque partie du parasite présente des réactions propres* et que *toutes les formes parasitaires se différencient, avec une netteté indiscutable, des tissus environnants*.

» 2° *Structure*. — Les principales formes parasitaires sont les formes microbiennes, les granulations, les formes cellulaires et les formes enkystées; les trois premières sont toujours entourées d'une zone hyaline.

» *a. Zone hyaline*. — Elle peut prendre un très grand développement (25^{μ} à 30^{μ} de diamètre) et elle constitue, non un produit de dégénérescence, mais la *partie périphérique différenciée du parasite*. Elle n'adhère pas au protoplasma de la cellule-hôte; elle fait corps avec la masse centrale du parasite. Dans la cellule-hôte, elle prend une forme ronde, de par son élasticité et celle du protoplasma de la cellule. Mais, lorsqu'on examine les parasites libres dans les mailles conjonctives, la zone hyaline présente

des bords irréguliers, amiboïdes. Homogène, très réfringente, surtout dans sa partie centrale, elle se colore difficilement, à l'état frais, mais bien plus facilement sur les coupes et d'une façon élective. Sur les coupes histologiques, elle subit des altérations d'intensité variable, depuis un simple plissement jusqu'à des rétractions et des vacuolisations qui lui donnent un aspect étoilé ou en rayons de roue *pouvant simuler les filaments de passage des cellules malpighiennes*.

» Normalement, la zone hyaline peut présenter de *fines stries rayonnées* dues à des différences de réfringence. Dans les formes sarcodiques, cette zone peut devenir énorme et d'aspect pseudopodique.

» *b. Formes microbiennes et granulations.* — La petite masse qui les forme, située au centre d'une zone hyaline de petit diamètre, est homogène, brillante, à bords délicats. Elle prend la plupart des couleurs, mais surtout l'hématéine, la safranine, la fuchsine acide; elle a une grande affinité pour le carmin boraté, le bleu de méthylène. Ses affinités dans les colorations composées sont très différentes de celles du noyau de la cellule-hôte; elles se rapprochent davantage de celles du nucléole. Il ne m'est pas possible de préciser la nature chimique de cette substance, mais il existe des ressemblances entre elle et les bactéries.

» *c.* Les *formes cellulaires* de petit volume sont formées par une grosse granulation nucléée. Cette masse peut prendre une structure complexe et se différencier en zones concentriques depuis le noyau central nucléolé jusqu'à la zone hyaline. Ces zones sont homogènes ou bien l'une d'elles est chargée de granulations fines fortement colorées par l'hématéine et la safranine. Chacune de ces zones se différencie par des réactions colorantes très délicates, avec le biondi ou l'erlich dilué, par exemple.

» *d. Formes enkystées.* — Si l'on étudie les formes cellulaires les plus complexes, on arrive à suivre les transformations de chacune de leurs zones jusqu'à la formation du kyste. La zone hyaline se condense en grosses granulations irrégulières qui se joignent et forment la paroi externe du kyste; dans la masse protoplasmique homogène du parasite, les granulations fines deviennent très abondantes, l'aspect homogène disparaît et l'on a enfin une masse granuleuse qui se rétracte au centre du kyste enfermant un gros noyau. La paroi kystique peut être très épaisse, à double contour, ou très mince (kystes résistants, kystes fragiles); il existe entre cette paroi et la masse centrale un espace incolore, très brillant où cependant la couleur diffuse un peu de la périphérie et qui paraît rempli par une sorte de matière hyaline liquide. Les microspores sont de petits corps très réfringents à paroi épaisse; les spores de grand volume ont une double paroi mince, et les sporozoïtes présentent des réactions tout à fait spéciales, autant pour leur protoplasma que pour leur noyau.

» 3° *Cycles de reproduction.* — En étudiant les formes parasitaires d'une même tumeur, on arrive à reconstituer tous les stades intermédiaires d'une évolution qui aboutit à des phénomènes de reproduction. En nous basant sur les nombreuses tumeurs que nous avons étudiées, suivant la méthode précédemment exposée, nous avons constaté les cycles évolutifs suivants :

» *a.* Cycle *sporulé à spores volumineuses* et à sporozoïtes de grande taille;

» *b.* Cycle *sporulé à microspores :* les spores sont petites, de 3 μ à 5 μ de diamètre et en nombre très considérable, d'abord insérées sur la masse centrale, puis libres dans le kyste ;

» *c. Cycle asporulé* aboutissant, par division nucléaire directe et condensation du protoplasma, à la formation d'une *morula* et de mérozoïtes de grande et petite taille (micrococciques) ;

» *d. Cycle à microsporozoïtes* ou chromatozoïtes : je n'ai pu l'observer qu'une seule fois ;

» *e. Division directe,* soit faisant partie d'un des cycles ci-dessus, précédant par exemple le cycle asporulé à morula, soit constituant un *véritable mode de reproduction par division directe à l'infini.*

« 4° *Dimorphisme évolutif.* — En étudiant les formes parasitaires d'une tumeur déterminée, nous fûmes surpris de trouver des formes impossibles à classer dans une même série. Ce n'est que par l'étude comparée de toutes les formes trouvées dans de nombreux écrasements et des séries de coupes que nous arrivâmes à nous convaincre qu'*un même parasite peut présenter plusieurs cycles évolutifs.* Nous trouvâmes par exemple, dans une tumeur, toutes les formes intermédiaires qui aboutissent les unes à la morula, les autres au kyste.

» Dans la plupart des *cancers,* ce dimorphisme évolutif est la règle et l'on peut trouver deux, trois et même quatre cycles évolutifs différents dans un seul carcinome; dans les *sarcomes,* ce dimorphisme est très réduit et l'on ne constate ordinairement que le stade asporulé à micromérozoïtes et la division directe, ou même uniquement un processus de division directe. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique ; ses anomalies, sa valeur fonctionnelle.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« En faisant récemment connaître l'évolution et les principales différenciations de la cellule conjonctive chez la Paludine [1], j'ai eu l'occasion de mentionner les phénomènes de prolifération qui se manifestent lors de la pénétration de divers parasites, spécialement des Cercaires. L'étude de cette prolifération, ainsi que des processus cytogénétiques concourant à la réaliser, ne laisse pas d'être assez instructive et d'appeler l'attention sur des questions qui, trop souvent, sont laissées dans l'ombre.

---

[1] *Comptes rendus,* séance du 28 février 1898.

» Il est effectivement à remarquer que la plupart des travaux d'Anatomie zoologique se bornent à indiquer, çà et là, des faits de prolifération et de division cellulaires, sans entrer dans aucun détail sur les modes de partition ou de multiplication des éléments considérés : il est permis de penser que nombre de faits intéressants ont été ainsi négligés. L'histoire de la cytodiérèse [1], directe ou indirecte, est toute contemporaine et se prête à une ample moisson d'observations nouvelles.

» Pour en juger, il suffit de se placer dans des conditions semblables à celles qui m'ont été offertes par le tissu conjonctif de la Paludine. La rapide prolifération dont il est le siège met en œuvre les deux procédés de la cytodiérèse : division indirecte ou mitotique, division directe ou amitotique. Celle-ci sera seule étudiée dans la présente Communication.

» Ses différents stades ont été pleinement élucidés par les belles recherches de M. Ranvier : quel que soit l'élément histique ou le type zoologique dans lequel on l'observe, cette amitose se traduit toujours sensiblement par les mêmes phénomènes. Mais, si régulière que soit sa marche dans la plupart des cas, ne peut-elle offrir quelques particularités, voire des anomalies? La division directe est-elle exclusive de la division indirecte? Quand elles coexistent, quelle est la plus fréquente? Enfin, comment doit-on apprécier l'amitose, au point de vue de sa valeur et de sa signification fonctionnelles?

» Les anomalies de l'amitose sont infiniment plus rares que celles de la karyokinèse; cependant on en observe ici et elles revêtent des caractères variables.

» En premier lieu, il peut arriver que, la partition nucléaire s'étant effectuée, le plasma somatique de la cellule-mère se maintienne au stade de simple constriction. On a alors sous les yeux un élément d'aspect monstrueux, conformé en bissac et possédant deux noyaux.

» Ailleurs, les deux cellules-filles sont déjà nettement tracées, mais leurs territoires restent en contact par une zone plus ou moins étendue, sans qu'on assiste à la séparation des deux éléments ainsi géminés.

» D'autres anomalies portent non plus sur la division plasmatique, mais sur la division nucléaire. Tels sont les exemples dans lesquels j'ai vu les deux moitiés du noyau-mère unies non par un pédicule unique, comme

---

[1] Ce terme (κύτος, cellule; διαίρεσις, division) est pris ici dans son acception littérale : division cellulaire en général.

dans les cas normaux, mais par un pédicule double, ou par un faisceau de plusieurs filaments.

» Quant aux observations de *noyaux annulaires* que j'ai recueillies, je crois devoir les imputer à des mitoses anormales. Les faits dont j'ai été témoin ne me semblent nullement favorables à la thèse qui veut voir, dans ces noyaux annulaires, les produits d'une amitose irrégulière. Tout me paraît, au contraire, corroborer les vues de Meves et autoriser à regarder ces noyaux annulaires comme dérivant de certains retards, etc., dans la marche de la karyokinèse.

» En effet, de ce que des actes de mitose se manifestent ici, on n'en doit pas conclure à l'absence de divisions indirectes ou karyokinétiques. J'insiste sur ce point, car il pourrait se faire que des cytologistes, étudiant des phénomènes analogues de prolifération, fussent doublement incités à n'y rencontrer que le mode de division directe. D'une part, ils seraient peut-être guidés vers cette appréciation par la croyance, encore très répandue, à l'exclusion réciproque des deux formes de partition cellulaire; d'autre part, ils pourraient être induits en erreur par l'emploi de certains réactifs. C'est ainsi que la thionine met souvent en évidence les divisions directes, sans révéler les karyokinèses qui s'accomplissent dans le même tissu. Or, non seulement la division directe n'exclut nullement la division indirecte, mais celle-ci se montre infiniment plus fréquente dans les circonstances dont il s'agit.

» Le fait acquiert même un intérêt particulier, en raison de la nature des éléments, comme en raison des conditions dans lesquelles leur évolution a été suivie. Demeurant voisines de la forme initiale, douées d'une activité exceptionnelle et sans cesse en jeu, ces cellules sont en voie de prolifération d'autant plus rapide que leur multiplication se trouve provoquée par la pénétration de parasites, contre lesquels se mobilisent toutes les forces vives de l'organisme.

» La prééminence semblerait donc assurée à la division directe, dont le processus est plus simple, dont les effets sont plus prochains; en réalité, elle appartient à la division indirecte. Dès lors, une dernière question se pose : quelle signification fonctionnelle convient-il d'attribuer ici aux deux formes de la cytodiérèse?

» Doit-on leur reconnaître une inégale valeur? L'une d'elles serait-elle seule féconde, l'autre fatalement stérile? En ces dernières années, plusieurs cytologistes ont opiné dans ce sens, représentant la mitose comme l'unique mode physiologique de cytodiérèse. Seule, cette division indirecte eût pu

donner des cellules capables de se reproduire; seule, elle eût été *régénérative*, tandis que la division directe n'eût été que *dégénérative*.

» Cette distinction est sans doute fondée pour les cas où on l'a admise; mais on a eu, tout au moins, le tort de vouloir la généraliser trop hâtivement. Elle est loin d'être toujours justifiée : plusieurs exemples cités par MM. Guignard, Balbiani, Lœwit, etc., montrent qu'il existe une amitose franchement régénérative et à la suite de laquelle les éléments sont aptes à se multiplier. Mes recherches m'ont présenté des faits analogues.

» Il en est du dualisme qu'on s'est efforcé de créer entre les deux formes de division comme de l'antagonisme qu'on a voulu proclamer entre le noyau et le protoplasma de la cellule. Les deux modes de cytodiérèse (dont l'intime parenté s'affirme si nettement chez les Infusoires) concourent au même but, de même que les organes de la cellule assurent les divers actes de sa vie. Ce qu'on doit reconnaître en eux, c'est la fraternité et l'harmonie, non la lutte et l'antinomie.

» Telle est la conclusion à laquelle m'ont conduit mes études sur l'amitose, observée dans les conditions précitées; mais, en même temps, se succèdent de nombreux actes de division mitotique, dont l'analyse n'est pas moins digne d'attention; j'espère l'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides recueillis par les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. Milne-Edwards a bien voulu me confier l'étude de ces animaux. Les espèces de ces Annélides sont au nombre de quatorze. Une seule d'entre elles appartient à la section des Sédentaires; elle entre dans le genre *Vermilia*. Toutes les autres sont libres.

» Sept de ces espèces sont connues et décrites. Elles font partie des genres *Letmonice* (*L. filicornis*), *Polynoe* (*P. synophthalma*), *Eunice* (*E. Günneri*), *Lumbriconereis* (*L. Latreillei*), *Hyalinecia* (*H. tubicola*), *Tyrrhena* (*T. atlantica*), *Syllis* (*S. setubalensis*).

» Les autres formes sont nouvelles. Cinq, parmi elles, se placent dans des genres connus : *Aphrodite* (*A. perarmata*), *Polynoe* (*P. microphthalma*), *Harmothoe* (*H. Talismani*), *Hyalinecia* (*H. Edwardsi*), *Vermilia* (*V. falcigera*). Les deux dernières possèdent des caractères assez importants pour

motiver la création de groupements génériques, destinés à les contenir, avec plusieurs espèces déjà décrites. L'un de ceux-ci est le genre *Aphroditella,* dont les particularités principales ressemblent à celles des vraies *Aphrodite,* mais dont les soies ventrales sont pectinées, comme leurs correspondantes des *Letmonice.* L'autre constitue le genre *Letmonicella,* semblable au genre *Letmonice,* avec cette différence que le corps se recouvre d'un mince et complet tégument dorsal. Ces deux types, satellites des genres importants *Aphrodite* et *Letmonice,* établissent entre ces derniers une transition des plus nettes.

» Ces espèces diffèrent grandement entre elles, quant au nombre des individus recueillis. Sans doute (du moins est-il permis de le présumer), leurs qualités en ce sens représentent, avec une approximation suffisante, ce qui se passe dans la nature. Les exemplaires les plus abondants, et de beaucoup, appartiennent à deux espèces : *Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola.* La première, décrite à plusieurs reprises sous différents noms (*E. amphiheliæ, E. floridana, E. philocorallia*), vit en commensalisme sur deux polypiers calcaires, communs dans les grandes profondeurs, le *Lophohelia prolifera* et l'*Amphihelia oculata.* La seconde, malgré des variations de taille d'une certaine amplitude, offre, dans ses caractères, une assez grande constance pour n'être point démembrée; chacun de ses représentants habite un tube corné, cylindrique, ouvert aux deux bouts, semblable à une plume d'oie, qu'il se produit lui-même. Peut-être la manière efficace dont ces animaux arrivent à se protéger, soit en se faisant des loges avec des polypiers calcaires, soit en s'abritant dans des tubes résistants, mais assez légers pour permettre les déplacements, explique-t-elle leur grande abondance.

» Quant à leur distribution en profondeur, la plupart des espèces, recueillies au cours de ces dragages, ont été prises entre 500^m et 2000^m; elles demeurent cantonnées à ces niveaux ou s'en écartent peu. Pourtant l'une, littorale d'habitude (*Lumbriconereis Latreillei*), a été trouvée par 400^m; une autre, la *Letmonicella spinosissima,* l'a été vers 99^m. La *Hyalinecia tubicola* remonte jusqu'à 40^m et 30^m. En revanche, la *Hyalinecia Edwardsi* fut capturée par 4255^m; c'est, parmi les espèces d'Annélides d'eau profonde, l'une des mieux établies à cet égard.

» En ce qui concerne leur extension géographique, presque toutes ces espèces sont propres à la moitié septentrionale de l'océan Atlantique. Seules, les deux qui se font remarquer par leur abondance comme nombre d'individus (*Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola*) ont également une ré-

partition plus vaste en surface, car on les a obtenues de la Méditerranée, et, pour l'une d'elles (*H. tubicola*), de l'océan Pacifique.

» Chacune de ces espèces possède diverses particularités, d'importance inégale, qui contribuent à les caractériser. Deux ont assez de valeur pour mériter une mention spéciale. La *Hyalinecia Edwardsi*, draguée par 4255^m entre les Açores et l'Espagne, fabrique son tube avec un mucus épais, qui agglutine, pour mieux se consolider, de menus débris, parmi lesquels dominent des quartzites de différentes couleurs. La *Syllis setubalensis* se comporte, dans les phénomènes de sa sexualité, comme la *Syllis hamata*; l'extrémité postérieure de son corps se convertit en un tronçon sexuel, qui modifie ses dispositions, notamment les formes des soies, et se munit, par surcroît, de taches pigmentées placées à la base des cirrhes dorsaux. A cause de la profondeur (1200^m) où vivent ces êtres, étant données la cécité de la plupart des Annélides des grands fonds et l'absence de lumière à ce niveau, ces taches semblent plutôt correspondre à des organes doués de phosphorescence qu'à des appareils de vision. »

ZOOLOGIE. — *Sur une cavité du tégument servant, chez les* Myrmicinæ, *à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion*. Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Em. Blanchard.

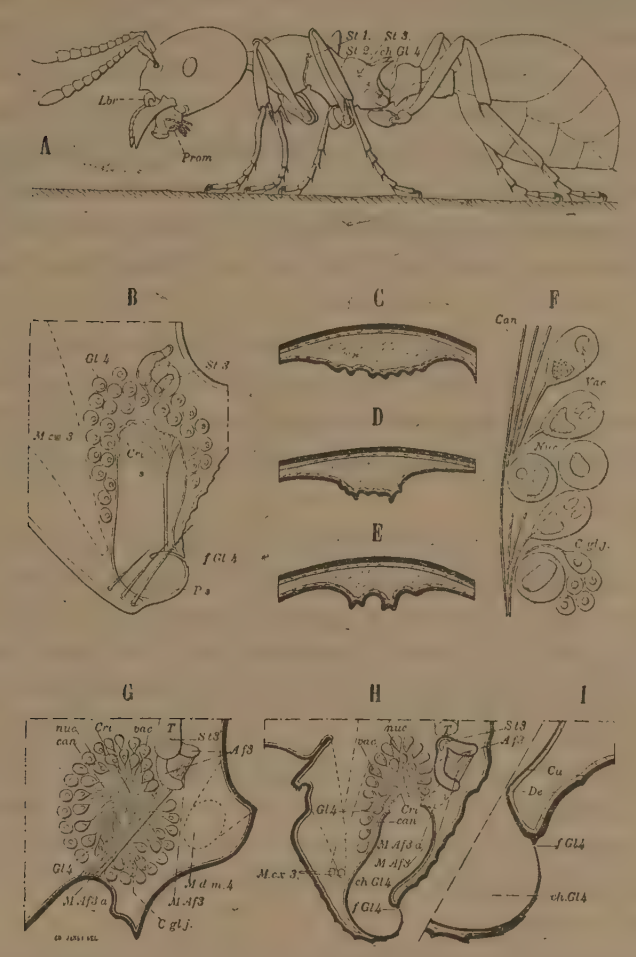
« Parmi les nombreuses glandes qui viennent déboucher à la surface du corps des Fourmis, celle qui se trouve logée dans la région inférieure du corselet présente une particularité remarquable ([1]).

» Au point de vue histologique, cette glande est, comme toutes les autres glandes tégumentaires (*fig.* F), formée de grosses cellules pourvues chacune d'un gros noyau, d'une vacuole claire et d'un fin canal chitineux excréteur qui, d'abord intracellulaire, sort de la cellule, aboutit au tégument et vient déboucher à l'extérieur par un petit orifice. L'ensemble des orifices de toutes les cellules de la glande forme un véritable crible (*fig.* B, G, H : *Cri*).

» La glande mandibulaire, qui appartient à la même catégorie morphologique que la glande qui nous occupe ici, sécrète un liquide qui s'accu-

([1]) Cette glande a été décrite par Meinert et par Lubbock chez les *Formicinæ* où elle présente un dispositif notablement différent de celui que je décris pour les *Myrmicinæ*.

mule dans un réservoir formé par une invagination du tégument et qui sort par un orifice situé à la partie supérieure de la base des mandibules. Le réservoir est dépourvu de muscles constricteurs et la sortie du liquide



Myrmica rubra ☿. — Glande avec chambre aérifère située à la partie postérieure du corselet. A, figure montrant, en *ch Gl* 4, la situation de la chambre aérifère. B, la chambre aérifère vue par transparence. C, D, E, coupes transversales des sillons convergents *S* situés sur la paroi de la chambre. F, cellules de la glande. G, coupe parallèle au plan sagittal passant en dehors de la chambre près du crible. H, coupe parallèle à la précédente passant par la chambre. I, orifice de la chambre.

*A.f.*3, appareil de fermeture du troisième stigmate; *C.gl.j*, cellules glandulaires en voie de développement; *Can*, canaux excréteurs; *ch.Gl.*4, chambre aérifère; *Cri*, crible; *Cu*, cuticule; *De*, hypoderme; *f.Gl.*4, orifice de la chambre aérifère; *Gl.*4, glande; *Lbr*, labre; *M.A.f.*3, muscle de fermeture du troisième stigmate; *M.A.f.*3.*a*, muscle antagoniste du précédent; *M.cx.*3, muscles moteurs de la troisième coxa; *M.d.m.*4, muscle dorsal longitudinal du quatrième anneau postcéphalique; *Nuc*, noyau cellulaire; *Ps*, poils sensitifs; *Prom*, promuscis; *s*, sillons convergents situés sur la paroi de la chambre aérifère; *St.*1, *St.*2, *St.*3, premier, deuxième et troisième stigmates; *T*, trachée, *Vac*, vacuole.

emmagasiné semble être provoquée par certains mouvements des mandibules et du promuscis.

» Pour la glande du corselet des *Myrmicinæ* les choses se passent d'une façon bien différente. La cavité (*fig.* A, H, I : *Ch. Gl.* 4) sur la paroi de laquelle se trouve le crible n'est plus un réservoir à liquide : c'est bien encore, comme le réservoir de la glande mandibulaire, une invagination du tégument; mais ce dernier, au lieu de se modifier en une membrane souple, conserve la structure qu'il possède sur les parties externes du corps et forme ainsi une vaste chambre à parois tout à fait rigides. Cette chambre est située sur les côtés de la partie postérieure du corselet. Elle ne communique avec l'extérieur que par une fente très étroite (*fig.* B, H, I : *f. Gl.* 4).

» Ce qui frappe tout d'abord, c'est que cette chambre est toujours remplie d'air. On peut en conclure que le produit de la glande si importante qui vient y déboucher ne s'y accumule pas en grande quantité, mais s'y étale et finit par disparaître, probablement parce qu'il est ou devient volatil au contact de l'air.

» Du crible, où aboutissent les canaux glandulaires, partent sept ou huit replis (*fig.* B, C, D, E) qui se dirigent en convergeant vers le côté externe de la chambre et descendent le long de sa paroi. Ces replis, qui forment des crêtes saillantes séparant des dépressions, se réunissent bientôt en deux groupes qui limitent (*fig.* E) un sillon situé sur une légère éminence. Un peu au delà du point *s* (*fig.* B) il n'y a plus trace de ces crêtes, mais le sillon, réduit à une simple dépression de la paroi, se prolonge jusqu'au contact de la fente *f. G. l.* 4. Les sillons convergents qui partent du crible reçoivent et étalent sur une grande surface le produit de la glande et conduisent une certaine quantité de ce produit jusqu'auprès de la fente qui forme l'orifice de la chambre.

» La coupe transversale de cette fente (*fig.* I) montre que l'une de ses lèvres est tout à fait rigide, tandis que l'autre est une lame très mince et très flexible. Il est possible que ce soit là une disposition en rapport avec des mouvements d'ouverture ou de fermeture de la fente; mais, comme il n'y a aucun muscle spécial pour ces mouvements, ils ne pourraient être produits que d'une façon indirecte par les muscles des parties voisines du corps.

» Il est difficile de déterminer expérimentalement quel peut être le rôle de cette chambre aérifère presque complètement close, et l'on en est réduit aux hypothèses. On sait qu'une Fourmi sait reconnaître immédiatement,

même après une longue séparation, si un individu de son espèce est une de ses compagnes ou si, au contraire, elle appartient à une colonie différente. Ce que nous savons des organes visuels des Fourmis montre que la vue n'est pour rien dans cette reconnaissance qui, d'ailleurs, se produit tout aussi bien dans les profondeurs des galeries les plus obscures qu'à la surface du nid. Il est très probable que c'est en partie aux organes olfactifs que cette faculté doit être attribuée. Des organes olfactifs se trouvent en grand nombre sur les appendices buccaux, mais ils sont surtout nombreux sur les antennes, où on les trouve accumulés sur les derniers articles. Quant à l'odeur qui permet la reconnaissance (odeur qui ne doit pas être confondue avec celle de l'acide formique, laquelle ne se développe que lorsque l'animal, inquiété, fait usage de son venin), elle n'est, sans doute, autre chose que l'odeur caractéristique du nid. S'il en est ainsi, il faut que cette odeur puisse se fixer sur le corps de chacun des individus de la colonie. Il est possible que la glande à chambre aérifère que je viens de décrire joue un rôle dans la production et la conservation de l'odeur caractéristique qui permet la reconnaissance.

» L'espèce à laquelle se rapporte la description donnée ci-dessus est la *Myrmica rubra*, c'est-à-dire la vulgaire petite Fourmi rouge, connue par la piqûre légère qu'elle est capable de produire avec son aiguillon. Je crois intéressant de rapporter ici une expérience que j'ai faite, pour démontrer que les reines présentent bien plus de résistance que les mâles et les ouvrières à la mort consécutive à la privation d'humidité et de nourriture. Un nid artificiel vertical ayant été laissé sans eau et sans nourriture, les Fourmis se sont d'abord réfugiées dans les galeries les plus profondes du nid où elles trouvaient encore une trace d'humidité. Au bout de quelques jours les mâles et les ouvrières, au nombre d'environ cinq cents, étaient tous, sans une seule exception, morts ou mourants. Au contraire, les vingt reines qui se trouvaient dans cette colonie étaient encore toutes en parfait état et circulaient au milieu des monceaux de cadavres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal.* Note de M. A. Poincaré, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique les formules de la Note précédente [1] aux moitiés du méridien du Soleil et de son orthogonal, et qu'on sépare l'action solaire de l'action lunaire, on a, pour les valeurs de Σ, γ et γ' :

---

[1] Voir *Comptes rendus*, n° 14; p. 1053 (4 avril 1898). Même légende.

		Méridien du Soleil.	Orthogonal E.	Méridien opposé.	Orthogonal W.
			Σ.		
Attraction solaire, uniformément.		$+ S' \cos(\lambda - \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$	$- S' \cos(\lambda + \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$
Action lunaire à	NL.	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$
			γ.		
Solaire		o	$- S' \cos\delta_S$	o	$+ S' \cos\delta_S$
Lunaire à	NL.	o	$- L' \cos\delta_L$	o	$+ L' \cos\delta_L$
	PQ.	$+ L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$	o
	PL.	o	$+ L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$
	DQ.	$- L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$	o
			γ'.		
Solaire		$+ S' \sin(\lambda - \delta_S)$	$- S' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- S' \sin(\lambda + \delta_S)$	$- S' \cos\lambda \sin\delta_S$
Lunaire à	NL.	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$

» En ce qui concerne la Lune, chacun de ces trois Tableaux, lus dans le sens des lignes et dans le sens perpendiculaire, répond à deux chaînes de sinusoïdes similaires [1] (arc α). Pour Σ, la ligne des abscisses de la sinusoïde est à la hauteur $L' \sin\lambda \sin\delta_L$ et l'écart extrême est $\pm L' \cos\lambda \cos\delta_L$. Pour γ, la ligne des abscisses est à o et l'écart est $\pm L' \cos\delta_L$. Pour γ', la ligne des abscisses est à $- L' \cos\lambda \sin\delta_L$ et l'écart $\pm L' \sin\lambda \cos\delta_L$.

» Σ donne la diminution de pression barométrique, puisque la pression suit l'isobare, qui est tangente, en l'instant, à la direction de la moyenne des déplacements horizontaux de l'air pris sur toute la hauteur de l'atmosphère.

» γ et γ' donnent l'accroissement des composantes du vent horizontal moyen. γ suit le parallèle jusqu'à ce qu'il soit dévié par une rotation pré-

---

(1) Uniformes sur chaque ligne, mais, d'une ligne à l'autre, changeant avec la déclinaison.

existante. γ' dévie immédiatement sur sa droite et contribue par lui-même aux rotations.

» J'ai, pour tous les jours de l'année 1883, noté le sens du mouvement barométrique sur les méridiens du Soleil aux deux phases voisines et sur les orthogonaux. Je constate, de part et d'autre de la phase, des mouvements inverses, qui durent généralement trois jours. Il me reste à les étudier.

» Je ne terminerai pas cette Note sans toucher à la question qui se présente dès qu'on s'occupe de l'attraction de la Lune. Les nombreux diagrammes, réels [1], joints au Travail que j'ai, l'an dernier, présenté à l'Académie, montrent que les effets provoqués dans l'atmosphère par cette attraction sont bien plus considérables que ne le ferait supposer la faiblesse des effets instantanés.

» Cela tient, je crois, à la rapidité des accroissements de l'accélération. Supposons une colonne d'air sur toute la hauteur de laquelle la pesanteur est équilibrée par les actions physiques. L'attraction solaire la soulèvera comme d'un bloc et l'air ambiant n'y pénétrera que par le dessous. La Lune la divisera, pour ainsi dire, en tranches minces dont la vitesse d'ascension croîtra avec la hauteur; l'air ambiant pénétrera dans tous les intervalles avec une vitesse rotative et ascensionnelle croissant également de bas en haut.

» Emportés vers l'ouest plus vite que ceux dus à la chaleur solaire, ces tourbillons embryonnaires sont arrêtés et agglomérés, plus particulièrement et de part et d'autre, aux approches du méridien que je désigne sous le nom de *méridien continental*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication dont un résumé a été inséré aux *Comptes rendus* du 13 avril 1896, j'ai donné une première idée de l'influence des

(1) Je rappelle que ces diagrammes sont la simple représentation des Tableaux, également joints, groupant les observations barométriques simultanées, centralisées par le *Bulletin international du Signal Office*. Les groupements étant faits par déclinaisons, par jours lunaires, etc., les hauteurs des diagrammes comprennent, avec les résultats des actions instantanées et de la rotation, les cumulations afférentes à la révolution étudiée.

mouvements de la Lune sur la marche diurne du baromètre, d'après l'étude de l'année météorologique 1882-1883. Les résultats obtenus ayant paru, dès cette époque, de nature à jeter un jour nouveau sur cet important problème, je me suis, depuis lors, occupé à les confirmer par l'étude détaillée des mouvements diurnes de l'atmosphère, en divers points de l'hémisphère boréal, dans leurs rapports avec les positions du Soleil et de la Lune.

» Mes recherches ont porté sur les stations d'Upsal, de Paris, de Perpignan et du Pic-du-Midi. L'impossibilité de recourir à des moyennes générales et la nécessité de ne grouper ensemble que des stations présentant les mêmes caractères généraux, pour une même position des astres, rendent les calculs extrêmement longs et pénibles; mais cette méthode est la seule qui puisse mettre en évidence des mouvements qui ont échappé jusqu'à ce jour à toutes les recherches. Poursuivie, en effet, dans tous ses détails, l'étude des phénomènes, en chacune des stations choisies, montre que la marche diurne du baromètre, due à l'action du Soleil, est compliquée d'oscillations qui dépendent manifestement de l'angle horaire de la Lune.

» Soit x cet angle; l'onde lunaire est une onde diurne de la forme

$$h = a\cos(x - \varphi).$$

» L'amplitude a et la phase φ varient avec les positions du Soleil et de la Lune, de telle façon que l'onde disparaît à peu près complètement dans les moyennes générales, tandis qu'elle prend une grande importance si on la considère dans une situation donnée des astres.

» Les résultats sont surtout nets au nord de l'hémisphère, parce que les mouvements solaires y sont faibles et peuvent être plus aisément éliminés. Voici, par exemple, en centièmes de millimètre, les valeurs que prennent, à Upsal et en hiver, par baromètre haut ou bas, les composantes $a\cos\varphi$ et $a\sin\varphi$ de l'onde diurne lunaire :

Onde diurne lunaire à Upsal, en hiver,

$$h = a\cos(x - \varphi).$$

Position de la Lune.			$a\cos\varphi$ par baromètre		$a\sin\varphi$ par baromètre	
Longitude.	Phase.	Passage au méridien.	bas.	haut.	bas.	haut.
90°	PL	Minuit	+90	−16	+27	−21
180	DQ	6^h m.	−68	+15	−7	+17
270	NL	Midi	+48	−11	+29	−18
0	PQ	6^h s.	−70	+12	−50	+21

» Les résultats se présentent sous une forme identique en toute saison à Upsal, ainsi que dans les autres stations étudiées.

» Interprétée analytiquement, l'onde diurne lunaire se décompose, en fonction de la longitude de l'astre, en trois ondes principales qui sont précisément de la forme de celles qu'on déduit des équations de la théorie des marées, lorsque l'on développe le terme diurne de ces équations d'après les méthodes de l'analyse harmonique.

» *Conclusions.* — 1° L'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère ressort avec évidence, tant des premières études sur l'année 1882-1883 que des travaux poursuivis depuis en diverses stations de l'hémisphère boréal. Cette influence se manifeste, dans la marche diurne des éléments météorologiques, par des ondes d'amplitude et de situation différentes aux diverses phases des révolutions du Soleil et de la Lune.

» 2° Les ondes lunaires sont à peu près exclusivement diurnes. Leur amplitude est considérable et notablement supérieure, au nord de l'hémisphère, à l'amplitude de l'onde diurne solaire.

» 3° La situation de l'onde diurne lunaire varie, d'une part avec la variation de la Lune dans l'orbite, d'autre part avec la situation générale de l'atmosphère. Il en résulte que l'action lunaire ne peut être mise en évidence que par une étude très détaillée, dans laquelle on aura pris soin de classer séparément les situations différentes et de ne grouper ensemble que celles qui présentent les mêmes caractères généraux pour une même longitude de l'astre.

» 4° En tenant compte de cette double cause de variation, l'expression analytique des ondes lunaires rentre dans les lois générales de l'attraction et notamment dans la théorie des marées, communément reçue depuis Laplace, à la condition de rétablir dans les formules et d'y considérer à peu près exclusivement le terme diurne, qui est, au contraire, d'une importance très faible dans les mouvements de la mer, au moins dans les mers européennes.

» 5° De cette prédominance d'ondes diurnes atmosphériques dans les mêmes régions du globe où les oscillations de la mer sont, au contraire, semi-diurnes, on doit conclure, d'une part, qu'il n'y a pas d'influence réciproque entre les mouvements de ces fluides; d'autre part, qu'on ne les peut comparer entre eux qu'en attribuant aux oscillations de l'atmosphère la forme de celles qu'on trouverait en une mer où la marée diurne serait prédominante.

» 6° Enfin les résultats obtenus rendent raison de l'insuffisance des efforts que les physiciens et les géomètres ont tentés jusqu'à ce jour en cette voie, les premiers ayant eu recours à des moyennes générales, qui ont superposé des ondes de situation contraire, les seconds s'étant laissé guider par l'idée préconçue d'une fausse assimilation entre les oscillations de la mer et celles de l'atmosphère, qui sont, au contraire, très opposées et qui dépendent chacune d'un terme différent des équations générales de la théorie des marées. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1898.

Ministère des Travaux publics. Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux. Compte rendu d'une mission, par M. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, etc., et M. G. Pavie, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Première Partie. *Halage funiculaire.* Tome premier. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur : George-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N° 3. 30 mars 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Leçons de Physiologie générale et comparée, par Raphael Dubois, Professeur à l'Université de Lyon. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schützenberger. 10 avril. N° 6. Paris, 1 fasc. in-8°.

Électricité médicale. Courants statiques et de haute fréquence. Rayons X. Outillage électrothérapique (Communications faites au Congrès de Neurologie et Électricité médicale de Bruxelles, septembre 1897), par le Dr Foveau de Courmelles, lauréat de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Maloine, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, L. Vallin, Secrétaire annuel. N° 15. Séance du 12 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. 1er et 2e semestre 1896. Rouen, Julien Lecerf, 1897; 1 vol. in-8°.

Uitmeting van den sterrentsoop G. C. 4410, door Albert-Antoine Nijland. Utrecht, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 12 avril 1898.)

Note de M. *de Jonquières*, Addition à une précédente Communication, etc.

Page 1079, ligne 9, colonne δ, *au lieu de* $+3ma2$, *lisez* $+3ma^2$.
Page 1079, ligne 10, colonne α, *au lieu de* $+2a-1$, *lisez* $+2a+1$.
Page 1081, ligne 5, *supprimez* t et u.